مارك أ. جارليك

الكون المتمدد

المرشد للإنفجار الكبير وما بعده

عرض: د. مصطفى إبراهيم فهمي

سلسلة « دراسات عروض »

إجتهادات حديثة حول العلم والمستقبل

ISO 9002



المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية - القاهرة

كراسات « عروض »

سلسلة غير دورية تصدرها المكتبة الأكاديمية

تعنى بتقديم اجتهادات حديثة حول العلم والمستقبل

رئيس التحرير أ.د. أحمد شوقي　　　　مدير التحرير أ. أحمد أمين

المراسلات :

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والمدفوع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرى

١٢١ شارع التحرير - الدقى - الجيزة

القاهرة - جمهورية مصر العربية

تليفون : ٧٤٨٥٢٨٢ - ٣٣٦٨٢٨٨ (٢٠٢)

فاكس : ٧٤٩١٨٩٠ (٣٠٢)



المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

الحاصلة على شهادة الجودة

ISO 9002

Certificate No.: 82210
03/05/2001

الكون المتمدد

المرشد للانفجار الكبير وما بعده


al-maktabeh
www.
.com
مكتبة
المهتدين

الكون المتمدد

المرشد للانفجار الكبير وما بعده

المؤلف

مارك أ. جارليك

تحرير

جون جريبن

عرض وتعليق

مصطفى إبراهيم فهمى



الناشر

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

٢٠٠٧

هذه الكراسة تقدم عرضاً تفصيلياً لكتاب :

THE EXPANDING UNIVERSE

Essential Science

Mark A. Garlick

John Gribbin

Dorling Kindersley 2002

حقوق النشر

الطبعة الأولى ٢٠٠٧م - ١٤٢٧هـ

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والمدفوع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرى

١٢١ شارع التحرير - الدقى - الجيزة

القاهرة - جمهورية مصر العربية

تليفون : ٧٤٨٥٢٨٢ - ٣٣٦٨٢٨٨ (٢٠٢)

فاكس : ٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

هذه السلسلة

هى الثالثة فى مشروع « الكراسات » ، الذى تصدره « المكتبة الأكاديمية » . والكراسات تعنى بمحورين كبيرين : العلم والمستقبل، لذلك فقد حملت السلسلة الأولى عنوان « كراسات مستقبلية » ، وقد بدأ ظهورها عام ١٩٩٧ ، وفى عام ١٩٩٨ ظهرت السلسلة الثانية تحت اسم « كراسات علمية » . وقد فكرنا فى البداية أن تضم السلسلتان ، بجانب التأليف والترجمة - عروضا مطولة لبعض الإصدارات المهمة ، التى لا تلاحقها حركة الترجمة، إلا أن أنشط أعضاء أسرة الكراسات ، وللكراسات أسرة ممتدة ترحب دائماً بالأعضاء الجدد ، أقول إن أنشط الأعضاء الصديق الدكتور محمد رءوف حامد ، الأستاذ بهيئة الرقابة الدوائية ، اقترح أن تصدر العروض فى سلسلة خاصة بها . وقد كان اقتراحاً موفقا،كما أرجو أن يوافقنى القارئ .

والكتب المختارة للعرض فى السلسلة لا تأتى فقط من اقتراحات هيئة التحرير ، حيث قدم أعضاء الأسرة مقترحاتهم التى حظيت بالترحيب، فالباب مفتوح لكل من يرغب فى المشاركة . وإذا كانت السلسلة قد بدأت بمجموعة من الكتب الصادرة بالإنجليزية ، فإننا نطمح أن تشمل العروض القادمة كتبا تصدر فى لغات أخرى ، لا تشملها عادة خطط الترجمة كاليابانية والروسية والصينية ، بالإضافة إلى الفرنسية والألمانية . فرغم أن الأخيرتين أكثر حظاً نسبياً ، إلا أن كم المترجم والمعروض لايقارن بما يتم بالنسبة للإنجليزية .

والحديث عن « العروض » يذكرنا بالجهود السابقة ، التى لا ننكرها ، بل نحاول أن نكمل مسيرتها . فبالنسبة للعروض الموسعة ، نذكر جهود الهيئة العامة للاستعلامات بالنسبة للمجالات التى تهمها . كما أن العروض المتوسطة ، التى أصدرتها هيئة الكتاب فى التسعينيات ، ضمن سلسلة « تراث الإنسانية » لايمكن إغفالها . وهما مثالان يقصد بهما الاعتراف بفضل السبق ، دون أن ندعى الحصر . وإن كنا ، فى الوقت نفسه ، نظن أن السلسلة الحالية هى الأولى التى تعنى بالعرض التفصيلى للكتب .

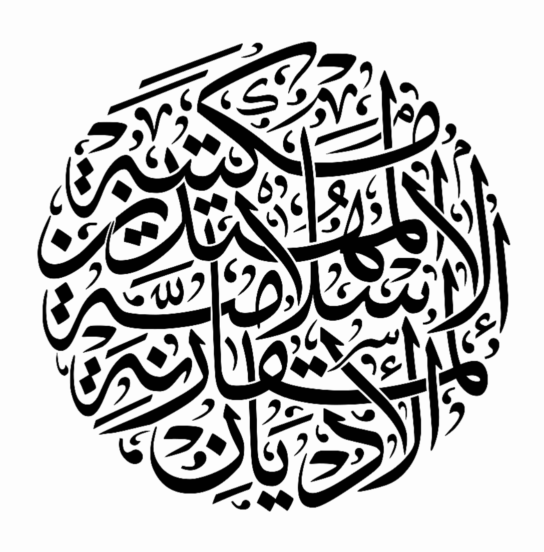


هذه الكراسة :

يعرض فيها الدكتور مصطفى فهمى الأستاذ بالأكاديمية الطبية العسكرية كتاباً جديداً عن الكون، يضاف إلى كتبه المترجمة فى هذا المجال. ويتميز هذا الكتاب ببساطته؛ لأنه ضمن سلسلة Eessential Science التى أصدرتها دار نشر دورلنج كندرسلى، ولاهتمام العارض بالمجال فقد تطرق من العرض إلى التعليق، بما يزيد الفائدة من القراءة والمتابعة، إننا نقدم هذه الكراسة كنموذج لتيسير المادة العلمية لصغار السن بالذات، وإن كان الجميع يمكنهم أن يستمتعوا بقراءتها. ولعلنا نستعرض فى المستقبل عناوين أخرى من هذه السلسلة، تأكيداً لاهتمامنا بتبسيط المعارف العلمية بشكل جذاب، وهو الأمر الذى أفردنا له سلسلة خاصة فى مشروع كراسات العلم والمستقبل، هى سلسلة كراسات الثقافة العلمية، وإن كنا قد أتحنا له المجال فى سلسلة عروض أيضا بتقديم الكراسة التى بين يدى القارئ.

أ.د. أحمد شوقى

يناير ٢٠٠٧



مقدمة:

لقد أقلقنى دائما أنه، وطبقا للقوانين كما نفهمها الآن، تحتاج الآلة الحاسبة عددا لا نهائياً من الخطوات المنطقية حتى تحسب ما يحدث فى منطقة متناهية الصغر فى المكان وكذلك فى فترة متناهية الصغر فى الزمن. كيف يحدث كل هذا فى هذه المنطقة الصغيرة جدا من المكان؟ لماذا يتطلب هذا عددا لا نهائياً من الخطوات المنطقية لكى نعرف ماذا يحدث فى منطقة صغيرة جداً من المكان/الزمان؟ كنت دائما أفترض أن الفيزياء بالضرورة لا تحتاج لمنطق رياضى، وفى النهاية سوف نكشف عن الميكانيكية التى تسير بها الأُمور، وأن القوانين سوف تكون بسيطة مثل رقعة لعبة الداما رغم أنها تبدو شديدة التعقيد.

رتشارد فاينمان فى كتاب (طبيعة القانون الفيزيائى)

لا تقاس بساطة الطبيعة بمقدار تصورنا لها. إن ظواهرها لا نهائية ولكنها بسيطة في أسبابها، وتتجلى حكمتها فى العدد الهائل من الظواهر، عادة شديدة التعقيد كنتيجة لعدد صغير من القوانين العامة.

بيير لابلاس (١٧٤٩ - ١٨٢٧م)

(الكشف عن نظم الخلق)



المحتويات

الموضوع	الصفحة

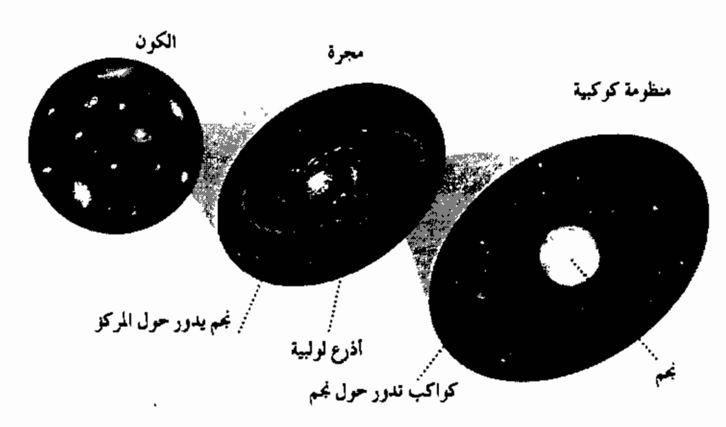
تمهيد عن الكون

ما مقدار حجم الكون؟ دعنا نحاول الإجابة بلغة من بيئة الإنسان:

تستطيع أسرع طائرة نفاثة مقاتلة أن تقطع ما يزيد عن كيلومتر واحد (أو ٠,٦ من الأميال) فى الثانية، وهذا اسرع بثلاثة أمثال من سرعة الصوت، وحتى بهذه السرعة سيستغرق الواحد منا مليون سنة للوصول إلى أقرب نجم بعد الشمس، وهو نجم قنطورس القريب Proxima Centauri. ومع ذلك لو أننا اختزلنا هذه المسافة لتكون فى حجم رقيقة من رقائق الحبوب فى سلطانية للإفطار، فإن أقصى المجرات ستكون بعيدة عند الجانب الآخر من كوكب الأرض، قد يبدو مع هذه المقاييس الهائلة أنه من غير الواقعى إلى حد مهول أن يزعم علماء الفلك أنهم يعرفون كل هذا القدر من المعلومات عن الكون ومحتوياته كلها، على أن الباحثين المحدثين لديهم الكثير من الوسائل والمعدات التى تساعدهم فى أبحاثهم للكشف عن أسرار الفضاء. شهد القرن الماضى تطورات فى العلم والتكنولوجيا تزيد عما حدث فى كل التاريخ، سيكتشف القارئ من هذا الكتاب من أين أتى الكون، وإلى أين قد يذهب.. ولكن دعنا أولا نلقى نظرة على ما يوجد بالضبط فى الكون، ونكتشف كيف يعرف علماء الفلك ما يزعمون أنهم يعرفونه عنه.



جولة قصيرة فى كل مكان



الكون مصنوع من كل ما هو موجود. معظم المادة المرئية فى الكون تتجمع فى مجرات لا حصر لعددها، وقد صنعت هذه المجرات من نجوم وكواكب تشكل المنظومات الكوكبية. يوجد من حولنا فى كل اتجاه هذا الكون من الكواكب، والمذنبات، والنجوم، والمجرات والسدم، وسحب الغاز والتراب. لعل القارئ سيرى فى ليلة مظلمة صافية آلافا عديدة من النجوم، وكوكبا أو اثنين، ومناطق قليلة غائمة. إحدى هذه المناطق الغائمة هى مجرة أخرى – مجرة أندروميدا (المرأة المسلسلة) – إنها جزيرة ماردة من النجوم وهى أبعد وأكبر جرم نستطيع رؤيته دون مساعدة من أجهزة بصرية. تبعد عنا مجرة أندروميدا بمسافة ٢,٩ مليون سنة ضوئية(*) وعرضها يزيد عن مائة ألف سنة ضوئية. أندروميدا من حيث السياق الكونى تعد قريبة منا، عند الطرف الأقصى الآخر من مقاييس الكون، يقيس علماء الفلك مسافات تبلغ بلايين السنين الضوئية. هيا نبدأ الآن جولة لنرى ماذا هناك غير ذلك، بادئين بأقرب الأجرام لبيتنا، أى بادئين بكواكب منظومتنا الشمسية.

الكواكب:

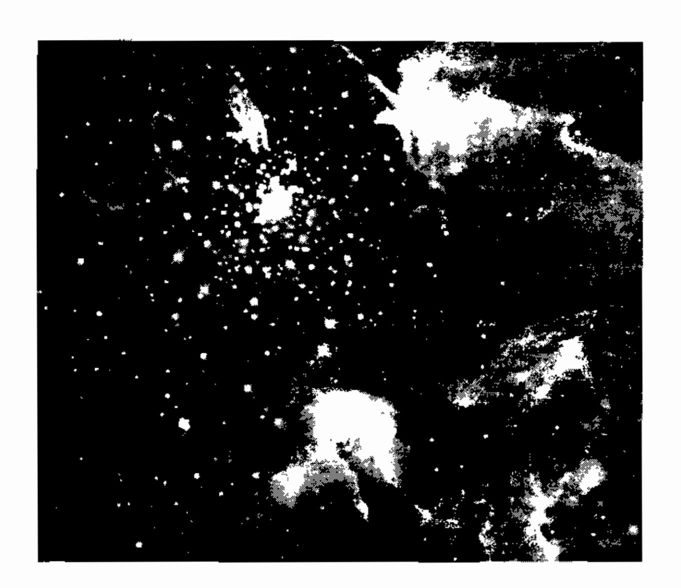
قبل سنة ١٨٠٠ كانت الكواكب التى نعرفها هى فقط الكواكب الستة الموجودة بالداخل أكثر من باقى الكواكب التسعة التى تشكل المنظومة الشمسية، على أن علماء الفلك يعرفون الآن أن الكواكب منتشرة فى الكون وربما توجد خلاله كله. توجد الكواكب فى نوعين: الكواكب الصغرى تسمى كواكب أرضية بمعنى أنها فيها شبه بالأرض. وهى مصنوعة فى معظمها من مواد صخرية ومعدنية ولها أسطح جامدة، ولكنها قد يكون أو لا يكون لها جو. تقع فى هذه الفئة

(*) السنة الضوئية: المسافة التى يجتازها الضوء فى الفراغ فى عام واحد، وتساوى تقريبا ٩,٥ مليون مليون من الكيلومترات (٦ مليون مليون ميل). (المترجم).

كواكب عطارد، والزهرة، والأرض، والمريخ، وبلوتو فيما يحتمل. الكواكب الأخرى - المشترى، وزحل، وأورانوس، ونبتون وكذلك كل الكواكب الأخرى التى وجدت حتى الآن حول نجوم أخرى غير الشمس، كلها أكبر بمرات عديدة، وتعرف بأنها العمالقة الغازية، حتى وإن كانت فى الواقع غير مصنوعة من الغاز. وهى مصنوعة من مواد توجد طبيعيا فوق الأرض فى شكل غازات كالهيدروجين والهيليوم، ولكنها داخل الكواكب العملاقة نفسها توجد بالفعل فى شكل سوائل. وهكذا فإن العمالقة الغازية هى فى الحقيقة كرات هائلة من سوائل دوارة. وكلها لها جو يمتزج مع ما يوجد داخلها،كما أن من المحتمل أن تكون لها قلوب جامدة.

النجوم:

كما يقول عالم الرياضة البريطانى السير جيمس جينز (١٨٧٧ - ١٩٤٦)، «لو وضعنا ثلاث حبات من الرمال داخل كاتدرائية ضخمة، ستكون تعبئة الرمال هكذا داخل الكاتدرائية أكثر تقاربا من النجوم فى تعبئتها للفضاء». ومع ذلك فإن الأغلبية العظمى من الكواكب تدور حول نجوم، مثلما تدور الأرض حول الشمس. على أنه حتى مع استخدام أقوى التليسكوبات لن تظهر النجوم أكبر من مجرد نقاط. أما فى الحقيقة فإن النجوم كرات ضخمة من غاز ساخن يصل عرضها إلى عشرات أو حتى مئات الآلاف من الأميال. وهى توجد بكل الأحجام والألوان - بل وحتى فى أزواج من نجمين مقترنين يدور الواحد منهما حول الآخر وتعرف بالنجوم الثنائية. نجد عند الحد الأدنى من المقاييس النجمية النجوم الصغرى والأكثر شيوعا، التى تعرف بالأقزام الحمراء، والأقزام الحمراء تكون كتلتها نمطيا نصف كتلة الشمس وتقرب درجة حرارة سطحها من ٤٠٠٠°م (٧٠٠٠°ف). النجوم المشبهة للشمس أسخن قليلا، ولونها أصفر، وكتلتها أكبر، وليست شائعة إلى حد بالغ. عند الطرف الأعلى من المقاييس النجمية، هناك النجوم الشديدة الضياء وتزيد كتلتها عن عشرة أمثال كتلة الشمس، وهذه هى العمالقة الزرقاء، وهى نادرة جدا، وساخنة إلى درجة استثنائية، فتزيد حرارتها عن ٥٠٠٠٠°م (٩٠٠٠٠°ف). وعلى أى حال فإن كل هذه النجوم تحترق بالطريقة نفسها خلال كل حياتها، إلا أن النجوم عندما يتقدم بها العمر تصيبها بعض تغيرات مذهلة. وكمثل فإن الشمس ستأخذ فى النهاية فى أن تموت بأن تتضخم أولا لتغدو وحشا نجميا يعرف باسم العملاق الأحمر، وهو أكبر من النجم التقليدى بمئات كثيرة من المرات، وإن كان العملاق الأحمر أخف كثيرا فى الكتلة. يعقب هذه المرحلة تقلص النجم وموته تاركا وراءه جثة ضئيلة الحجم تعرف بالقزم الأبيض، وحجمه أصغر بمائة مرة عن النجم الطبيعى.

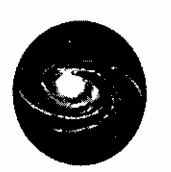


مولد وموت النجوم: تولد النجوم فى سحب هائلة من الغاز والغبار تسمى السدم. رصدت سدم يحوى الواحد منها نجوما من كل الأعمار. يوجد فى السديم سحب قاتمة لم تبدأ بعد فى التقلص لتشكل نجوما،كما توجد أيضا أعمدة من هيدروجين متوهج تحوى نجوما بازغة، وثمة حشد لامع فى جزء من السديم يحوى نجوما ضخمة صغيرة السن ستكون لها حياة قصيرة، بينما قد يوجد عملاق فائق أزرق هو نجم قارب الموت.

السدم:

السدم سحب من الغاز والغبار تتكون فيها العديد من النجوم، والسدم مستودعات هائلة من الهيدروجين والهيليوم، لكنها أيضا تحوى آثارا من غازات أخرى وبعض حبيبات من الكربون لها أغلفة ثلجية على السطح. السدم إما لامعة أو قاتمة حسب طريقة رؤيتها وما إذا كانت قريبة من أى نجوم. الضوء الآتى من النجوم القريبة ينعكس من على الغاز لينتج عن ذلك سديم انعكاس، أو أن الضوء يجعل السديم يتوهج مثل الشفق، فنرى سديما لامعا يسمى سديم انبعاث. أما إذا لم تكن هناك نجوم مجاورة، فإن الغاز لن يعكس ضوءاً ويظل بدلا من ذلك مظلما، ولا يمكن رؤيته إلا بواسطة أى مادة لامعة يحجبها جزئيا. أكبر السدم هى السحب الجزيئية العملاقة وقد يصل عرضها إلى مئات السنوات الضوئية، وتحوى مادة تكفى لتكوين ملايين النجوم.

المجرات:


مجرة لولبية


مجرة أهليلجية


مجرة غير منتظمة

المجرات لها حجمها الأكبر - جزر هائلة من السدم، ونجوم، وكواكب، فيما يفترض. توجد المجرات فى ثلاثة أشكال أساسية. مجرتنا درب اللبانة مثل للمجرة اللولبية وتحوى تقريبا مائتى بليون من النجوم. كما يطرح اسمها فإن المجرات اللولبية لها توزيع للنجوم والسدم فى شكل لولب، والمجرة هنا عموما مسطحة مثل القرص. على أن لها أيضا بروزا عند مركزها بحيث إنها عندما ترى من الجانب تبدو كبيضتين تم قليهما ظهرا لظهر. المجرات الأكبر هى المجرات الأهليلجية، وقد تصل كتلتها إلى ما يزيد بعدة مرات عن المجرات اللولبية، ويزيد عرضها من جانب للآخر زيادة لها قدرها عن ١٠٠٠٠٠ سنة ضوئية. المجرات الأهليلجية لها شكل يشابه كرة قدم(*) ماردة، ولكنها بخلاف كرة القدم يكون لكل محور من محاورها الثلاثة طول مختلف. تختلف المجرات اللولبية بأنها تحوى كمية قليلة جدًا من المواد السديمية وبالتالى فإنها لا تحوى إلا القليل جدا من النجوم الجديدة.

وأخيرا هناك ما يسمى المجرات غير المنتظمة التى لا يتفق شكلها مع أى من الفئتين الأخريين، وعلى كل ليست كل المجرات غير المنتظمة مجرات مشوهة كما يطرح اسمها، فبعضها لها شكل قرص وتحوي مثل المجرات اللولبية مناطق نشطة فى تكوين النجوم، لكنها ليس لديها أذرع لولبية يمكن تمييزها.

هناك مجرة قريبة من الأرض تسمى السحابة الماجلانية الكبيرة، وهى بعيدة عنا بمسافة ١٧٩٠٠٠ سنة ضوئية، وبهذا فإنها من أقرب المجرات لنا، وتحوى ما يزيد عن

(*) كرة القدم الأمريكية لها شكل بيضاوى يقارب الشكل الإهليلجى. (المترجم)

بليون من النجوم. رُصدت صورة لهذه المجرة فيها سحابة زرقاء (إلى اليسار) تخلقت بواسطة تفجر نجم ضخم.

رصد تليسكوب هابل الفضائى فى صور مجاله العميق مجرات تختلف اختلافا واسعا وتُعد أبعد ما رأيناه قط من المجرات، وقد تكونت هذه المجرات بعد زمن قصير نسبيا من بدء الكون.

حشود المجرات:

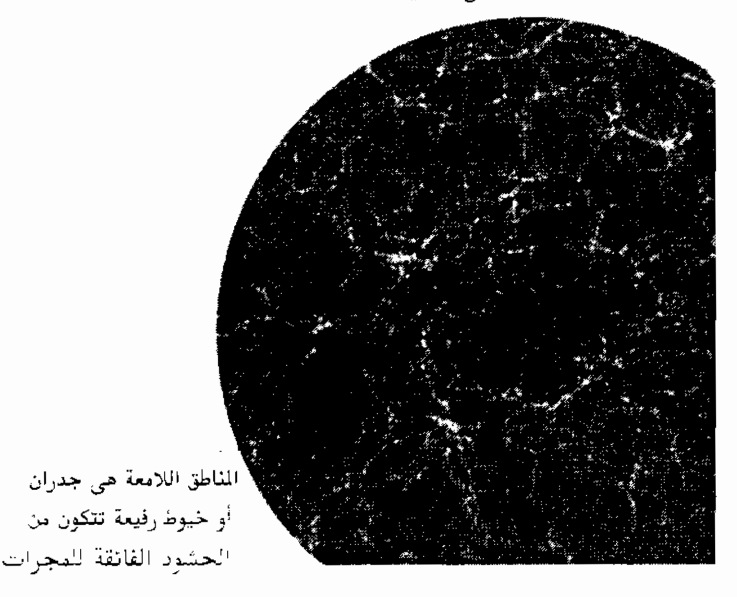
كما أن النجوم تتجمع معا بتأثير الجاذبية لتشكل المجرات، فبمثل ذلك تماما تؤثر الجاذبية بدورها فى المجرات لتجعلها تتجمع معا فى حشود أكبر كثيرا. أكبر الحشود مثل حد «فيرجو» (العذراء) تحوى آلافا من المجرات المفردة وتشغل مناطق من الفضاء يبلغ عرضها ما يقرب من ٢٠ مليون سنة ضوئية. إلا أن هناك حشودا صغيرة مثل حشد «المجموعة المحلية» يحوى درب التبانة وأندروميدا معا، ولا يأوى فيه إلا ما يقرب من الثلاثين من المجرات الصغيرة نسبيا فى منطقة تمتد لما يقرب من خمسة ملايين سنة ضوئية. عمومًا تظهر أغنى حشود المجرات بعض نوع من بنية مثلها مثل المجرات نفسها، فهناك مجرات ضخمة جدا تكون عادة إهيلجية وتسود على المناطق المركزية للحشد. المجرات هاهنا فى المناطق المركزية يمكن أن تكون لها كثافة قصوى، بحيث لا تتباعد المجرات إحداها عن الأخرى إلا بمسافة من أقطار قليلة وتكون هكذا محشودة معا عن قرب أكثر من النجوم، إلا أنه مع الابتعاد لأكثر عن قلب الحشد، تنخفض الكثافة وتصبح المجرات نفسها أصغر وغير منتظمة وأكثر مباعدة وتحوى كل منها ملايين قليلة فحسب من النجوم.

الصور التى يولدها الكمبيوتر لشرائح خلال الكون تظهر انتظام بلايين المجرات فى حشود تربطها معا خيوط رفيعة تمر عبر مسافات من بلايين السنين الضوئية ويوجد فيما بين الحشود مناطق هائلة من الفضاء الخاوى.



الحشود الفائقة:

حشود المجرات ليست أكبر البنى التى يُعرف وجودها، ذلك أنه كما أن المجرات تنحو إلى التجمع معا، فبمثل ذلك تنحو الحشود بأكملها إلى التجمع معا لتشكل مجموعات هائلة حقا تعرف بالحشود الفائقة. بمنظور المقاييس العظمى فى الكبر نجد أن الكون له قوام كالزبد، هناك صفحات هائلة من الحشود والحشود الفائقة – كل منها تأوى فيها بلايين المجرات – تشكل هذه الصفحات الجدران أو الخيوط الرفيعة «للفقاقيع» فى الزبد. يوجد داخل الفقاقيع مساحات خالية هائلة لها اسمها الملائم وهو «الخواءت» وهى نفسها يمكن أن يصل عرضها إلى ١٥٠ – ٢٠٠ مليون سنة ضوئية. تكاد كل المادة المرئية فى كل الكون المرصود أن تكون محبوسة داخل هذه الصفحات والخيوط الماردة. على الرغم من وجود بلايين المجرات، إلا أن الكثير من أجزاء الكون يبدو خاليا على نحو لا يصدق. الحقيقة أنه يبدو أن هناك ملمحًا وحدا فقط أكبر من الحشود الفائقة – وهو الكون نفسه. الكون عند مقارنته بأكبر الكويكبات ستكون نسبة كبره عن الكويكب مماثلة لنسبة كبر الكويكب عن أصغر الجسيمات تحت الذرية(*) المسماة بالكواركات.



(*) الجسيمات تحت الذرية: الجسيمات الصغرى التى تكوّن الذرة كالإلكترون والكوارك. الكواركات تكوّن بروتونات ونيوترونات النواة. (المترجم).

كيف عرفنا ما نعرفه

كيف عرف علماء الفلك ما يعرفونه؟ كيف يمكنهم أن يعرفوا مسافة بعد النجوم، ومدى كبر حجمها، ومقدار ما تحويه من كتلة، وما إلى ذلك؟ الإجابة لها علاقة كبيرة بالأجهزة التى يستخدمها الباحثون. على أن هناك مفاتيح مهمة للأسرار تنتج أيضا عن الطريقة التى تسلك بها الكثير من الأجرام الفلكية والتى تتفاعل بها معا.

قياس شدة الضوء:

أحد أهم الأنشطة الأساسية التى يمكن لأى فرد أن يقوم بها فى علم الفلك هى أن يراقب جرما ليرى كيف تتغير مستويات ضوئه عبر مرور الوقت. يعرف هذا العلم بأنه «علم قياس الضوء» (Photometry). وكمثل هيا نتصور كويكبا يدور فى الفضاء. الكويكبات كتل غير منتظمة الشكل من المعدن أو الصخر، وهى أصغر من الكوكب. إذا كان الكويكب فى شكل بيضة فإن درجة نصوعه عند رؤيته من جانبه، حيث يكون الجزء الأكبر منه مرئيا، تكون أكثر مما عند رؤيته من طرفه. وبالتالى فإن بمجرد دراسة طريقة تغير الضوء الآتى من الكويكب عبر مرور الوقت، يستطيع علماء الفلك أن يعرفوا سرعة دورانه وأن يشكلوا بعض فكرة عن شكله. هيا الآن نتخيل نجما يظهر تغيرات طفيفة جدا فى نصوعه عبر فترة من الزمن. قد تكون هذه علامة على أن هناك كواكب تدور حول هذا النجم لأن ضوء النجم سيقل قلة طفيفة جدا عندما تمر الكواكب أمامه وتحجبه هونا. قد يكون هناك نجمان يدور أحدهما حول الآخر، وحيث إنه لا يوجد نجمان يتماثلان تماما فى ضيائهما، فإن مستويات الضوء تتغير خلال كل دورة، وعندما يكون النجم الأغمق فى المقدمة يقل الضوء، وعندما يكون النجم الأنصع فى المقدمة يزيد مستوى الضوء. أو أن الأمر خلاف ذلك، أى أن النجم قد يكون لديه بقع فوق سطحه وتتباين درجة نصوعه حسب عدد المناطق ذات البقع الأغمق التى ترى عند لحظة معينة. كل هذه التغيرات الصغيرة جدا فى قياس الضوء يمكن الآن اكتشافها وتطرح وجود كواكب، أو نجوم ببقع، أو وجود أنواع غير ذلك من النجوم.



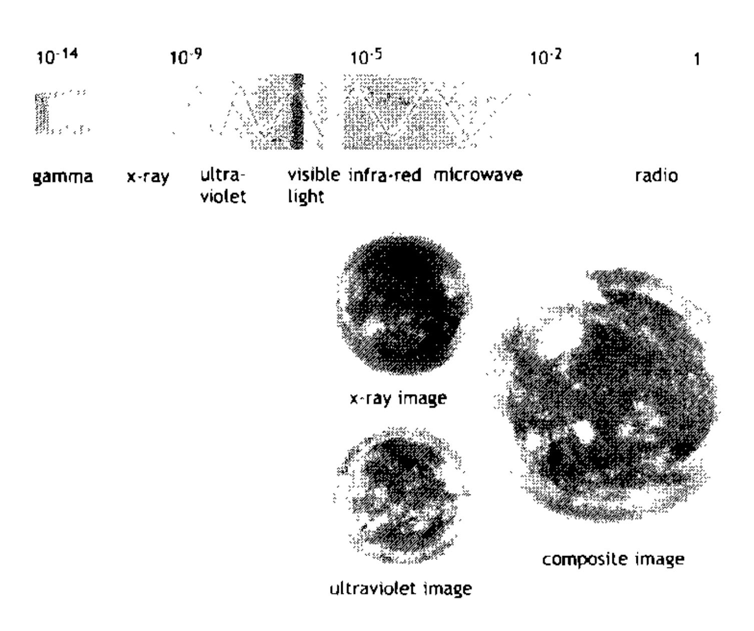
تاريخ التليسكوب:

صنع جاليليو (١٥٦٤ - ١٦٤٢) التليسكوب المشهور بأن أنشأ تليسكوبا انكساريا يحوى عدستين يحدثان انكسارا أو انحناء فى الضوء الذى يدخل التليسكوب. فى سبعينيات القرن السابع عشر أنشأ إسحق نيوتن (١٦٤٢ - ١٧٢٧) الفيزيائى الإنجليزى تصميما أفضل للتليسكوب يتأسس على المرايا. وصنع بذلك أول تليسكوب عاكس شغال. يتواصل استخدام كلا النوعين من التليسكوبات على الأرض، وأمكن فى أوائل القرن العشرين صنع تليسكوبات أكبر. أحد الاستخدامات الأخرى للتليسكوب هى «الاستماع» إلى الكون. هناك أجرام كثيرة فى الفضاء تبث إشارات راديو قوية، وهكذا بدأ بناء تليسكوبات راديو (لاسلكى) للكشف عنها. وعلى كل فإن الضوء المرئى وموجات الراديو هى فحسب جزء من الطيف الكهرومغناطيسى، ويمكننا أن نجمع المزيد من المعلومات بأن نفحص الإشعاع الآتى من أجزاء أخرى من هذا الطيف، مما يكون عادة محجوبا بالجو. طُرح فى أربعينيات القرن العشرين بناء تليسكوب يتخذ موقعه فوق الجو ليتفادى تأثير طبقات الجو فى الرصد. تم فى النهاية إطلاق تليسكوب هابل الفضائى فى ١٩٩٠، رُكبت كل الأجهزة وراء المرآة الرئيسية، وهناك مرآة أصغر تعكس الصور ثانية داخل تلك المنطقة من التليسكوب لتسجيلها وتحليلها. أصبح تليسكوب هابل يعمل بكل طاقته فى ١٩٩٣ والتقط صورا مهمة حسب برامج أعدت لإثبات أو تغيير ما كان يطرح قبل إطلاق التليسكوب.

الطيف الكهرومغناطيسى:

الإشعاع الكهرومغناطيسى شكل من الطاقة ينتقل خلال الفضاء والمادة. هناك أنواع مختلفة من الإشعاع يتميز كل منها حسب طول الموجة والطاقة وتشكل فى مجموعها الطيف الكهرومغناطيسى. العين البشرية لا ترى إلا شريطا ضيقا من الإشعاع فى منتصف هذا الطيف، ويسمى هذا بأنه الضوء. وإذن فحتى «نرى» امزيد من الكون أنشئت تليسكوبات تكشف عن الأجرام التى تبعث إشعاع ضوء قليل جدًا، ولكنها تبعث أيضا موجات كهرومغناطيسية ذات أطوال أخرى. أول التليسكوبات البديلة كانت تليسكوبات الراديو، ثم أُنشئت تليسكوبات أخرى للكشف عن الموجات الكهرومغناطيسية ذات الأطوال الأخرى. أُطلق فى الفضاء فى أواخر القرن العشرين تليسكوب كومبتون لرصد أشعة جاما، وتليسكوب شاندرا(*) لرصد أشعة إكس. كما التقطت الأقمار الصناعية المختلفة صورا لمختلف الإشعاعات التى تبثها الشمس كأشعة إكس والأشعة فوق البنفسجية، وتركب صور الأشعات المختلفة معا فى صورة موحدة تعطى معلومات أكثر عن الشمس.

(*) كومبتون وشاندرا عالمان فى الفيزياء حاز كل منهما جائزة نوبل. (المترجم)



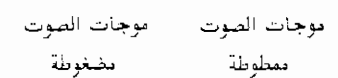
الطيف الكهرومغناطيسي من موجات الراديو حتى موجات أشعة جاما، ويعرف هذا المدى من ترددات الإشعاع الكهرومغناطيسي بأنه الطيف الكهرومغناطيسي

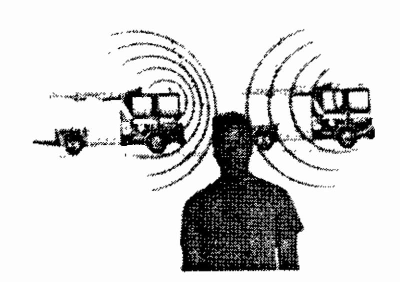
الدراسات الطيفية Spectroscopy :

مع كل، ما لقياسات الضوء من فائدة إلا أن لها حدودها. هناك تكنيك آخر أكثر قوة وهو دراسات الطيف. يمرر الضوء خلال سلسلة من شقوق ضيقة فينقسم متشعبا إلى طيف من ألوان الضوء. يقطع هذا الطيف خطوط الطيف القاتمة. سبب هذه الخطوط أن مصدر الضوء مصنوع من ذرات تمتص الضوء عند أطوال الموجات المحددة المصحوبة بألوان معينة. هكذا يمتص كل عنصر معين الضوء عند المدى المعين من أطوال الموجات الخاصة به. وكمثل، فإن خطوط الطيف عند مدى معين من أطوال الموجات لا يمكن أن تعنى إلا أن هناك هيليوم موجود فى النجم، فى حين أن خطوط الطيف عند نقطة مختلفة من مدى طول الأمواج تشير إلى وجود مادة أخرى مختلفة. تتيح هذه الطريقة لعلماء الفلك أن يستنتجوا ما هى الغازات التى تحويها الأجرام التى ينظرون إليها، وبالاضافة، فإن المدى الدقيق لخطوط الطيف لكل ذرة وكثافة هذه الخطوط تتباين حسب الخصائص الفيزيائية للذرات. دراسة الطيف لا تقتصر على أنها تدل على ما تتكوّن منه الأجرام، ولكنها أيضا تدلنا على مقدار سخونة أو كثافة الأجرام. هكذا يمكن قياس ما للأجرام من الضغط والكثافة والحرارة عن طريق قياس عرض وكثافة خطوط الطيف المفردة.

ظاهرة دوبلر:

إحدى المزايا الأخرى فى دراسة الطيف أنها يمكن أن تكشف عن مدى سرعة حركة الأجرام. دعنا نتخيل سيارة إطفاء للحريق تطلق صفارتها متجة إلينا. ستنضغط موجات الصوت الآتية لنا من سيارة الحريق بسبب حركتها أماما. يعطى هذا للصوت موجة قصيرة الطول تخلق طبقة صوت عالية. عندما يتم مرور عربة المطافئ، ستغدو الآن هذه الموجات نفسها ممطوطة وهى فى طريقها لنا، وبهذا يكون لها طول أكبر وهذا يخلق طبقة صوت أكثر انخفاضا. يسمى هذا بأنه ظاهرة دوبلر. الترددات الدقيقة للصوت الذى نسمعه تعتمد مباشرة على سرعة واتجاه حركة سيارة المطافئ بالنسبة لمكان وجودنا، هذه الظاهرة مهمة فى علم الفلك ذلك لأنها تنطبق أيضا على موجات الضوء. النجم الذى يتحرك تجاهنا تكون موجات ضوئه منضغطة - حيث تظهر خطوط الطيف عند تردد عالى - فتكون أكثر زرقة بدرجة قليلة عما إذا كان الجرم ثابتا بالنسبة لنا. يعرف هذا بأنه الإزاحة الزرقاء. وبالمثل، فإننا نرى إزاحة حمراء إذا كان الجرم يتحرك بعيدا عنا. أطوال موجات خطوط الطيف يمكن أن تخبر علماء الفلك عن اتجاه حركة الجرم ومدى سرعته. وهكذا فإنه بتطبيق ظاهرة دوبلر على الضوء المنبعث من النجوم والمجرات يصبح من الممكن أن نستنتج ما إذا كانت تتحرك تجاهنا أو بعيدا عنا ومدى سرعة هذه الحركة.





المسافات:

اذا عرف عالم الفلك مقدار اللمعان الأصيل للنجم - أى مقدار الضوء الذى يبعثه بالفعل - فإنه سيستطيع أن يقدر مدى بعده. يشابه ذلك أننا لو عرفنا مقدار لمعان مصابيح سيارة سوف نتمكن من معرفة مدى بعدها عن طريق ما يبدو عليه لمعان أنوارها، يماثل ذلك أيضا أننا نستطيع أن نقدّر المسافة النسبية لمصابيح الشارع، فالمصابيح البعيدة تبدو أكثر قتامة من القريبة. من الصعب فى الفضاء أن نعرف ما إذا كان النجم اللامع هو نجم قريب شاحب أو نجم لامع بعيد. يعتمد علماء الفلك

على فئة من النجوم يتغاير ضوءها ويُعرف متوسط ضياؤها الأصيل معرفة أكيدة، وهى ما تسمى القيفاويات Cepheids. لهذه النجوم مستويات ضوء تعلو وتنخفض عند فترات محددة بدقة تستمرلساعات قليلة. المفتاح هنا هو أنه كلما كان أى نجم قيفاوى معين له لمعان أصيل أكثر، يكون تغير لمعانة ببطء أكثر. وبالتالى فإن فترة التغاير التى تقاس بسهولة بالقياس الضوئى سوف تخبر علماء الفلك فى التو بمدى لمعان النجم الظاهر. وكما هو الحال مع مصابيح السيارة، إذا كنا نعرف مدى لمعان النجم فى الحقيقة، سوف تتمكن عن طريق لمعانه الظاهرى من أن نعرف مسافة بعده.

كيف توزن النجوم:

حتى يزن علماء الفلك نجمين من النجوم الثنائية، سيحتاجون إلى معرفة سرعتهما ومقدار الزمن الذى سيستغرقه النجمان لإكمال مدار (الفترة المدارية). حسب قانون الجاذبية هناك علاقة مباشرة بين هذه الفترة وبين كتلتى الجرمين وبين مسافة بعدهما أحدهما عن الآخر. كل الأجرام فى الكون يجذب أحدها الآخر. الجاذبية بين الأرض وعربة هبوط تهوى لأسفل فى ألعاب الملاهى يمكن قياسها عن طريق وزن العربة، وهذا الوزن هو شد الجاذبية بين العربة والأرض. يعتمد هذا أولا على كتلة العربة وكتلة الكوكب. لو ضاعفنا وزن الناس فى العربة ستجذب الجاذبية العربة بشدة تبلغ مثلين. كما أنه يعتمد ثانيا على مسافة بعد العربة عن مركز الكون، فكلما زاد بعدها عن المركز أصبح الشد الذى يمارسه الكوكب أضعف، حسب قاعدة تعرف بقانون عكس – المربع. باستخدام هذا القانون مع معدل سرعة مدار النجوم كما تكشف عنه الدراسة الطيفية، سوف يستطيع علماء الفلك تقدير المسافة بين نجمين. ومن هذا يمكنهم أن يحسبوا كتلتهما – وهكذا فإنهم بأحد المعانى يستطيعون وزن النجوم.

قانون عكس المربع:

الجاذبية تتبع قانون عكس المربع. عندما نضاعف المسافة بين جرمين فإن أحدهما يجذب الآخر بمقدار الربع من القوة. إذ زدنا المسافة بثلاثة أمثال،تنخفض قوة الجاذبية للتسع. وهكذا فإن تأثير الجاذبية يقل بمقدار مربع المسافة.



كيف بدأ كل هذا

على الرغم من أن الكون أكبر كثيرا مما يمكن للعقل أن يدركه، إلا أنه أساسا يتكون من نجوم لا تحصى، تمر خلال دورة حياتها، فتولد، وتحيا، وتموت. تتجمع هذه النجوم فى مجموعات هائلة تسمى المجرات، وتتجمع هذه فى حشود مجرات جبارة. الكون، وإن كان حاليا هائل الحجم، إلا أنه كان ذات مرة مضغوطا فى نقطة ضئيلة ليس لها أساسا أى حجم فيزيقى، ولكنها لها ضغط وكثافة لا نهائيان، فجأة يقع حدث لا يمكن تخيله يسمى الانفجار الكبير، أخذ الكون بعده يتخذ شكله كسحابة شاسعة من غازى الهيدروجين والهيليوم، تتمدد بسرعات هائلة وتبرد لتهبط درجة حرارتها بعد أن كانت ساخنة سخونة مستحيلة أكثر من سخونة الشمس. يعتقد بعض علماء الفلك أنه فى أقل من بليون سنة تكونت أول النجوم والمجرات من هذه المواد. عندما وصلت هذه النجوم إلى نهاية حياتها انفجرت وماتت ونفثت فى الفضاء أول عناصر ذرية أثقل من الليثيوم، وهى العناصر التى يُصنع منها الكواكب والبشر. مازالت تفاصيل طريقة حدوث ذلك موضع خلاف كثير.



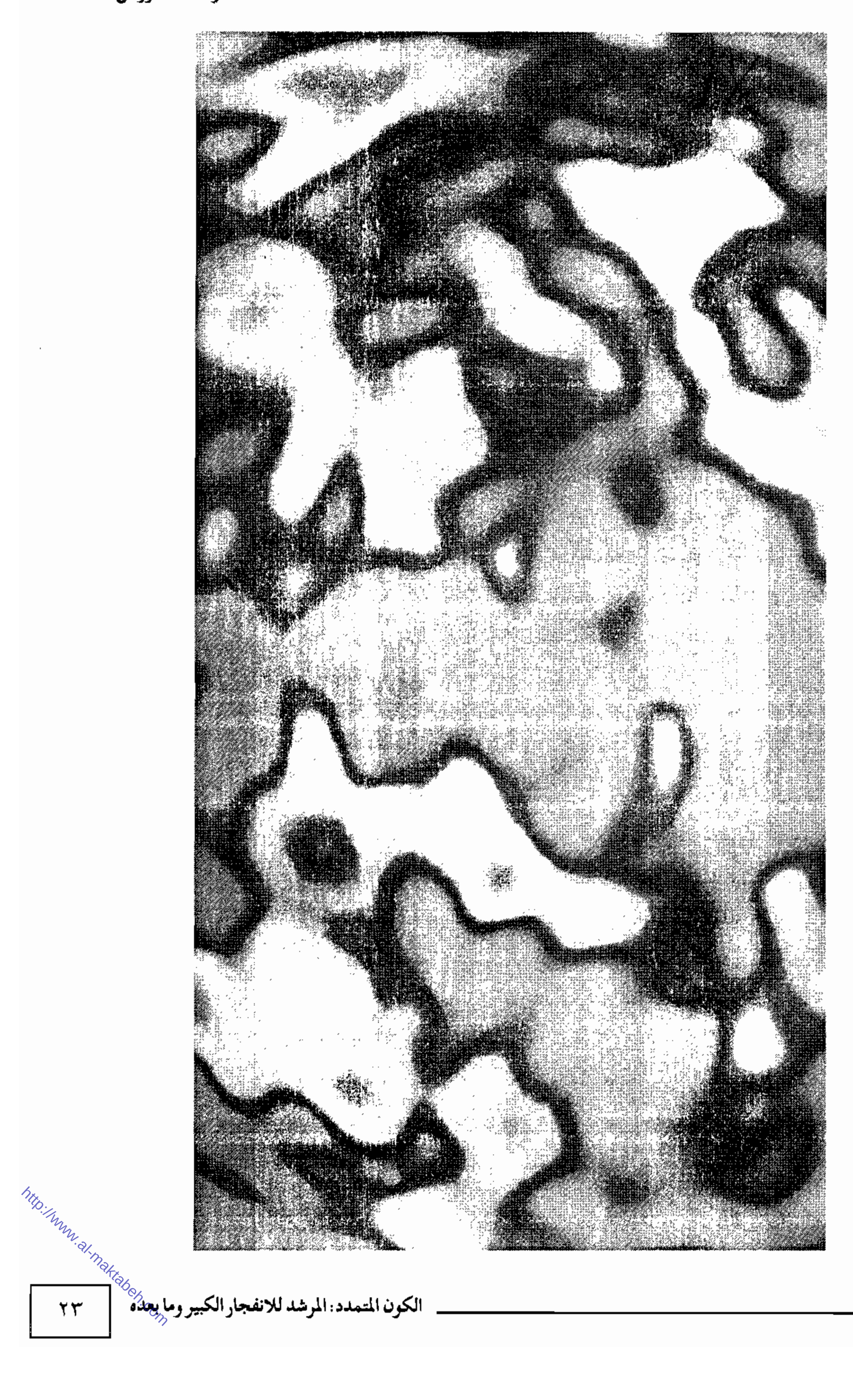
الانفجار الكبير

أكبر سؤال يمكن أن يسأله أى فرد فى علم الفلك هو: من أين أتى الكون؟ يبدو أن الإجابة هى أنه لم يأت من أى مكان. هناك قدر ساحق من الأدلة التى تبين لنا أن الكون يتمدد ويغدو أكبر حجما فى كل ثانية. وبالتالى، لو أرجعنا الساعة وراء فإن هذا يطرح أن الكون عند زمن بعيد كان كله يشغل نقطة واحدة، تعرف باسم المفردة، ما لبثت بعدها أن تمددت بطريقة ما تمددا هائلا لينتج عنها الكون الذى نعرفه حاليا. إذا كانت نظرية الانفجار الكبير هذه صحيحة والكون قد انبثق حقا فجأة، وإذا كان علماء الفلك قد قاسوا بدقة سرعة تمدد الكون، يكون الأمر كله قد بدأ منذ ما يقرب من ١٢ – ١٥ بليونا من الأعوام.

صوت معارض: سير فريد هويل (١٩١٥ – ٢٠٠١) عالم بريطانى هو الذى سك مصطلح الانفجار الكبير فى أربعينيات القرن العشرين واصفا به هذه النظرية عن مولد الكون. استخدم هويل التعبير فى الواقع كاستهزاء عنيف ساخر بالنظرية – ذلك أنه بقى معارضا بقوة لهذه الفكرة حتى مماته. ومع ذلك فقد أدهشه كثيرا أنه حدث بما يثير السخرية إلى حد ما أن هذا المصطلح سرعان ما التصق بالنظرية. لا توجد أى نظرية أخرى عن أصل الكون نجحت أى نجاح يماثل نجاح نظرية الانفجار الكبير. تدعمت النظرية بقوة نتيجة ما رصد من تمدد الكون، وما وجد من إشعاع كونى فى خلفية الكون ، وأيضا طريقة توزيع هذا الإشعاع عبر الفضاء، وكل هذا يدعم فكرة أن الكون نشأ عن نقطة واحدة منذ ١٢ إلى ١٥ بليونا من الأعوام.

إدوين هابل (١٨٨٩ – ١٩٥٣) عالم فلك أمريكى هو أول من أثبت أن المجرات هى بالفعل جزر هائلة من النجوم، وكان من المعتقد قبل هذا الوقت أنها مجرد أنواع من سدم. على أن أهم اكتشاف لهابل هو أنه رصد تحرك المجرات مبتعدة إحداها عن الأخرى – وأن الكون إذن يتمدد. سمى التليسكوب الفضائى هابل على اسم هذا العالم. جدير بالذكر هنا أن هابل قد ساعده فى أرصاده مساعدة أساسية العالم ملتون هوماسون، على الرغم من أن هاماسون بدأ حياته كسائس بغال كان يحمّلها فوق جبل بالمعدات اللازمة لتركيب أكبر تليسكوب في عشرينيات القرن العشرين، ثم عمل حارسا لمرصد هذا التليسكوب، وساعد علماءه فى أرصادهم حتى أصبح أهم واحد من اثنين يستخدمان هذا التليسكوب فى الرصد، وسبحان من جعل سائس البغال يتفوق بدون مؤهلات على علماء بالدكتوراه.

هناك صورة ص ٢٣ لإشعاع خلفية الكون تبين «الآثار المتخلفة» عن الانفجار الكبير، وهذا الإشعاع هو ما تبقى متخلفا منذ ما يمكن أن يكون ١٣ بليونا من السنين، وهو مسئول جزئيا عن «الثلج» الذى يمكننا رؤيته فوق شاشة جهاز تليفزيون لم يضبط إرساله.



كرة نار الخليقة:

الانفجار الكبير هو كرة نار الخليقة التى كونت المواد الأساسية للكون، وكانت بداية الزمان نفسه. البذرة التى انبثق منها الكون كانت صغيرة وكثيفة وساخنة إلى حد لا يمكن تصوره، كل ما نراه الآن من مادة كان مضغوطا فى حجم حيزه أصغر كثيرا من جسيم تحت ذرى. ربما يستحضر هذا للذهن صورة نقطة ضئيلة ساخنة كثيفة تعوم فى خواء كونى وهى تترقب أن تنفجر. إلا أنه لم يكن هناك أى خواء. فالخواص الأساسية للكون – أى المكان والزمان، المادة – كانت مقيدة داخل مفردة، وبالتالى لا يمكن أن يكون هناك أى «خارج». كما أننا أيضا لا يمكننا القول بأن البذرة الكونية انفجرت لينتج عنها الانفجار الكبير – وذلك مرة أخرى لأنه لم يكن هناك وجود لفراغ له أبعاد لتنفجر فيه هذه البذرة. وبالمثل فإن فكرة وجود «ماقبل» الانفجار الكبير تتحدى حدود المنطق؛ لأن الانفجار الكبير خلق الزمان نفسه كل ما يمكننا قوله أنه كان هناك أولا بذرة كونية حدث، فجأة لأسباب قد لا نفهمها أبدا، أن أخذت تتمدد إلى كرة نيران الخليقة. وكما يقول الكاتب البريطانى دوجلاس آدمز (١٩٥٢ – ٢٠٠١) فى كتابه «يدليل الراكب المتطفل إلى المجرة»: وفى البدء تم خلق الكون. أدى هذا إلى غضب أناس كثيرين غضباً شديداً واعتبر الكثيرون أن هذا الحدث سيء.

التضخم (*) Inflation :

ما حدث فى أول اللحظات الأولى هو أن كرة النيران واصلت تمددها ببطء شديد، ولكن هذا التمدد مالبث أن تزايد فى سرعته، لو أن هذا المعدل للتمدد لم يواصل تزايده لعاد الكون إلى التقلص على نفسه ثانية خلال جزء من الثانية، ولاختفى معه الزمان والمكان. إلا أن الكون لم يتقلص لأنه كريه تغير مذهل فى سرعة تمدده – فمرت به فترة يسميها علماء الفلك التضخم. مع تمدد كرة النار الدقيقة فإنها أيضا بردت بسرعة بالطريقة نفسها التى تبرد بها الغازات عندما يزيد حجمها . عندما يقرب من $١٠^{-٣٥}$ ثانية بعد الانفجار الكبير (أى علامة نقطة عشرية يتبعها ٣٤ صفرا ثم واحد)، عندما كان الكون مازال أصغر كثيراً من جسيم تحت ذرى، وصلت الحرارة إلى درجة حاسمة من $١٠^{٢٨}$ درجة. نتج عن هذا انطلاق قدر هائل من الطاقة أدى إلى انتفاخ الكون بعامل من $١٠^{٢٠}$ إلى $١٠^{٣٠}$

(*) الترجمة الأصلية لكلمة Inflation هى الانتفاخ، وتستخدم الكلمة الإنجليزية مجازا لوصف التضخم المالى؛ وكثيرا ما يقارن علماء الفلك بين عوامل الزيادة السريعة لحجم الكون هى والتضخم المالى، ولهذا فضلنا استخدم كلمة التضخم. (المترجم)

وذلك فيما يقرب من ١٠-٣٢ ثانية. استمر هذا الحدث الوجيز لما يقرب من واحد من الترليون(*) من الثانية وأثناء ذلك تنامى الكون إلى حجم يقرب من شمامة ناضجة يساوى هذا زيادة حجم الـذرة الواحدة لتصل إلى ملايين الأمثال لقطر المنظومة الشمسية فى وقت يستغرقه شعاع الضـوء ليجتاز مسافة من واحد على البليون من عرض جسيم تحت ذرى واحد.

المادة من الطاقة:

بعد توقف التضخم، استمر الكون يتمدد،ولكن ذلك بسرعة أقل بما له قدره. أصبح الكون فى هذا الوقت مرجل يغلى ويزيد، وتتحول فيه الطاقة إلى مادة وتتحول المادة بدورها إلى طاقة. تغيرت بعض طاقة. الإشعاع (الفوتونات) إلى مادة فى شكل أزواج من الجسيمات تحت الذرية ومضاداتها. ما إن تظهر هذه الأزواج التقديرية(**) من الجسيم - مضاد الجسيم - حتى تلتقى معا ويبيد أحدها الآخر لتعود وتتغير إلى إشعاع. على أن هذه الجسيمات لا تباد كلها. كنتيجة لبعض ما يحدث من عدم توازنات طفيفة فى الكون المبكر جداً، يكون هناك عدد من الجسيمات أكثر إلى حد طفيف جدا من عدد الجسميات المضادة - فيكون هناك ما يقرب من الواحد والبليون من الجسيمات لكل بليون من الجسيمات المضادة - ولهذا نتائجه الهائلة فيما بعد.

حيوات قصيرة:

فى أبكر أطوار الكون يحدث طول الوقت خلق للجسيمات ومضـدات الجسيمات. يحدث مع تفجير للطاقة خلق جسيم ومعه الجسيم المضاد. يظل الاثنان موجودين للحظة وجيزة من الزمن ثم يلتقيان ثانية ويبيد أحدهما الآخر مع تفجر آخر للطاقة.

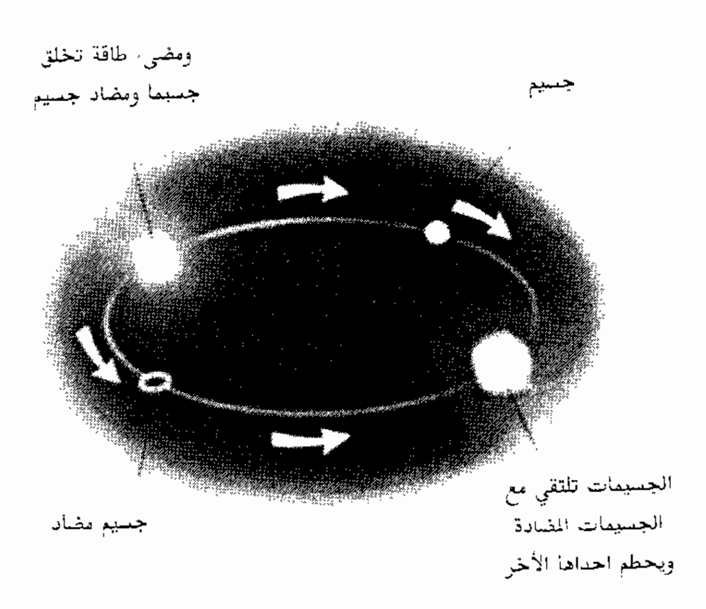
المادة المضادة:

لا يوجد أى شيء غريب بشأن المادة المضادة فيما عدا أنها شيء نادر. كل فئة من الجسيمات تحت الذرية لها نظيرها من الجسيم المضاد هو عكسها بمثل صورة المرآة. الإلكترون السالب الشحنة - يصاحبه جسيم مضاد له شحنة مضادة مساوية -

(*) الترليون يساوى مليون المليون، وذكرنا هذا للتذكرة لأن هناك أحيانا من يخطئ فى الأرقام حتى بين أساتذة الفيزياء المحترمين المحترفين .. وجل من لا يسهو. (المترجم)

(**) الجسيم التقديرى Virtual فى ميكانيكا الكم: جسيم لا يمكن الكشف عنه مباشرة، ولكن وجوده له بالفعل تأثيرات قابلة للقياس. (المترجم)

ويسمى البوزيترون. بل وحتى الجسيمات المتعادلة كهربائيا لها ما يقابلها من جسيمات مضادة، تكون فيها الخصائص الأساسية الأخرى معكوسة. وُجدت الجسيمات والجسيمات المضادة بمقادير متساوية تقريبا فى الكون المبكر، ولكنها عند تلامسها يدمر أحدها الآخر، ولهذا باد معظمها فى التو تقريبا يتبقى بعدها فائض طفيف من المادة وهى التى تشكل الآن الكون من حولنا .



أول الجسيمات المستقرة:

تنامى الكون لحجم أكبر، وبهذا غدا أكثر برودة وغدت فوتوناته أقل نشاط. الجسيمات التى تظهر للوجود لزمن وجيز يكون لها كتلة أقل وبالتالى طاقة أقل. وأخيرا تصل الأمور إلى نقطة تكون الطاقة عندها فى الكون أقل من أن تكفى لصنع أى جسيمات جديدة. أزواج الجسيمات – الجسيمات المضادة التى توجد عند هذه النقطة تتحول للمرة الأخيرة إلى طاقة مرة أخرى ليصبح الكون مكانا أهدأ كثيرا. إلا أنه كما سبق القول لا تختفى المادة كلها. سيبقى متخلفا تلك الجسيمات الواحدة فى البليون التى ليس لها مكافئ من المادة المضادة ليبيد كل منها الآخر. تغدو هذه البواقى أول جسيمات مستقرة من الجسيمات تحت الذرية التى مازالت موجودة حتى الآن كلبنات البناء التى تصغ الذرات: جسيمات البروتونات والنيوترونات، والإلكترونات. لو لم تحدث عدم التوازنات المبكرة فى كرة نار الخليقة والتى دعمت وجود الجسيمات أكثر من مضاداتها – لو لم يحدث ذلك لما وُجدت هذه اللبنات ولما احتوى الكون على مجراته، ونجومه، وكواكبه، وبشره.

أول نوى الذرة:

عندما أصبح عمر الكون ثلاث دقائق تقريبا، كانت الجسيمات الباقية فى الكون تصنع غازا ساخنا بدرجة لا تصدق. تتصادم فى هذا الغاز البروتونات، والنيوترونات، وغيرها من الجسيمات تصادما مستمرا ليتواثب احدها بعيداً عن الآخر، وذلك لأن الحرارة تزود هذه الجسيمات بطاقة للحركة بسرعات هائلة. مع تكتكة الساعة متجاوزة الدقائق الثلاث، تكون الحرارة قد بردت لما يقرب من درجة حرارة تزيد عن ١ بليون درجة مئوية (١,٨ بليون درجة ف) وعندها فإن بعض النيوترونات تتصادم برفق نسبيا وتتمكن من أن تلتصق معا لتشكل مجموعات عنقودية تترابط بإحكام وتصنع معا قلوب الذرات – نوى الذرات.

معظم نوى الذرات البسيطة تتكون من توليفات من البروتونات والنيوترونات. نواة الهليوم مثلا تتكوّن من بروتونين اثنين ونيوترونين اثنين. على أن نواة الهيدروجين تتكون من بروتون واحد ومن غير نيوترونات. هذان هما أكثر العناصر أساسية؛ العنصر البسيط الثالث هو الليثيوم. النوى الثلاث – للهيدروجين، والهيليوم، والليثيوم – هى أول نوى تكونت. ظهر أيضا للوجود عناصر أخرى قليلة. عندما كان الكون ساخنا كان يحوى طاقة تكفى لأن ينتج عن فوتونات إشعاع الخلفية جسيمات عديدة يمكنها أن تلتصق معا لتصنع الهيليوم والليثيوم. أما عندما هبطت الحرارة، فقد انخفض الإنتاج لجسيمات أقل، وبالتالى لا يمكن إنتاج إلا القليل من العناصر الأثقل من الليثيوم. وبالإضافة فإن تمدد الكون يؤكد أيضا أن الاصطدامات يتناقص تكرارها.

أول الذرات المستقرة:

فى سنة ٤٣٩ ق.م قال ديموقريطوس فى نظريته الذرية التاريخية «الماء، والهواء، والنار، والأرض (العناصر الأربعة التى يتألف منها الكون وقتها) كلها ببساطة تجمعات مختلفة من ذرات لا تتغير».

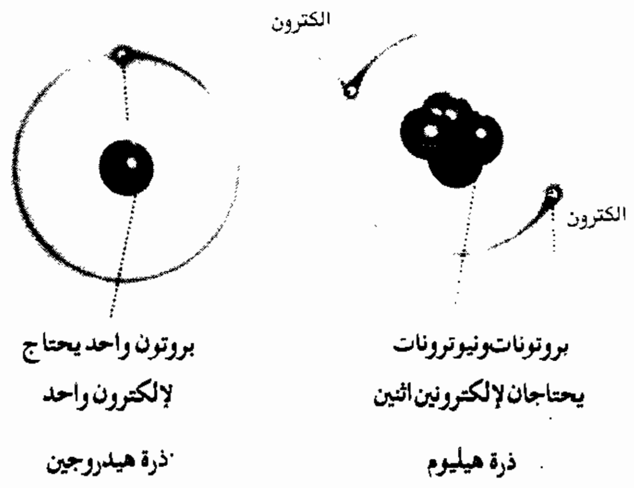
حسب نظرية الانفجار الكبير الحديثة، فإنه على الرغم من الوصول إلى نهاية فترة إبادة الجسيم – الجسيم المضاد، وأن الكون أصبح يحوى مادة مستقرة، إلا أنها كانت فحسب فى شكل حمام من غاز «متأين»(*) من نوى الذرات، والإلكترونات والفوتونات. لم تكن هناك ذرات؛ لأن النوى تحتاج إلى الكترونات تدور حولها فى مدار لتشكل ذرة كاملة. على أنه فى كل مرة يتصل فيها أحد الإلكترونات بإحدى النوى ليتم صنع ذرة، يصطدم فوتون له طاقة عالية بالإلكترون.يمتص الإلكترون.

(*) التأين: تكون الأيونات، والأيون جسيم أو مجموعة جسيمات لها شحنة كهربائية موجبة أو سالبة (المترجم)

طاقة الفوتون وتغدو له بذلك طاقة أكثر كثيرا من أن يظل يدور حول النواة، وهكذا ينطلق مبتعدا. عملية التأين هذه بقيت مستمرة دون أن تخمد طيلة أول مئات الآلاف العديدة من أعوام وجود الكون.

أحد الخواص الأخرى للكون فى هذه المرحلة، عندما أوشكت أول الذرات المستقرة على أن تتكوّن، هى أن الرؤية وقتها كانت مستحيلة خلال الفضاء. نحن نستطيع أن نرى لأن الضوء فى شكل تيار من الفوتونات يستثير الخلايا الموجودة فى الخلف من العين. ولكننا نجد فى المرحلة المبكرة من الكون أنه لم يكن يوجد أى فوتون يستطيع أن ينتقل لمسافة كبيرة جدا دون أن يمتص أحد الإلكترونات طاقته، وبدون الفوتونات لا يمكن رؤية شيء. على أى حال، فإنه بعد مرور ٣٠٠٠٠٠ سنة تقريبا بردت درجة الحرارة إلى ما يقرب من ٦٠٠٠° مئوية (١١٠٠٠° ف)، وعندها أصبح الكثير من الفوتونات ينقصها الطاقة الكافية لأن تتأين. غدت الإلكترونات تتمكن من الانضمام إلى النوى دون أن يوقفها شيء، وظهرت بذلك أول ذرات كاملة من الهيدروجين والهيليوم. تمكنت الفوتونات من أن تنتقل خلال الفضاء لأول مرة، وأصبح الكون شفافا للضوء. انتهى الانفجار الكبير.

هكذا فإن نواة الذرة تتكون من بروتون واحد، أو توليفة من البروتونات والنيوترونات، الذرة الكاملة لا تتكون إلا عندما يدور حول النواة عدد من الإلكترونات يساوى عدد البروتونات. وقد ثبت أن تكوين ذرات مستقرة فى الكون المبكر أمر صعب جداً.



ذرة هيدروجين ذرة هيليوم

نقاط هامة فى عمر الكون:

* أول جسيمات مستقرة تحت ذرية ظهرت عندما كان عمر الكون ١٠$^{-٤}$ من الثانية.

* عند عمر ثلاث دقائق تنظم هذه الجسيمات نفسها فى أول نوى للذرات.

* بعد حوالى ٣٠٠٠٠٠ سنة تكونت أول ذرات كاملة.

إشعاع الخلفية:

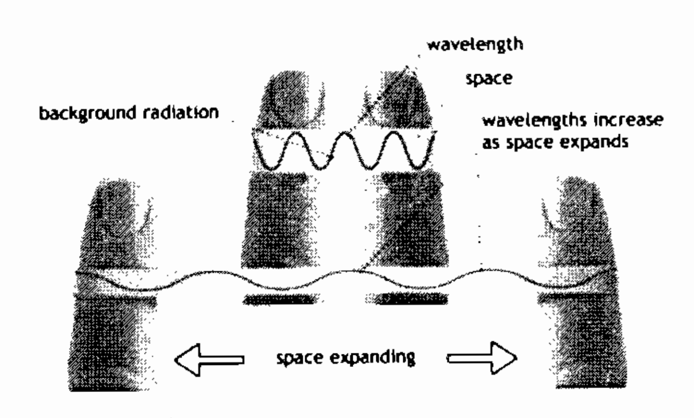
النقطة التى أصبح الكون عندها شفافا للضوء نقطة مهمة جدا. امتلأ الكون بإشعاع هو بحر من الفوتونات التى لم تعد تتفاعل بقوة مع المادة، وبالتالى أمكن لهذا الإشعاع أن يجوب الكون للأبد. تمدد الكون، وأعادت المادة ترتيب نفسها فى مجرات ونجوم – وبقى إشعاع الخلفية كإحدى الخواص لهذا الكون الجديد. إلا أنه لم يبق بلا تغيير، ذلك أنه مع تمدد الفضاء الذى يشغله هذا الإشعاع تمدد أيضا طول موجة إشعاع الخلفية. من الممكن أن يصعب علينا فهم فكرة أن الفضاء نفسه قد ظل يتمدد منذ الانفجار الكبير، إلا أن هذا لا يزال يحدث، وأى شيء يمرخلال الفضاء مثل إشعاع خلفية الانفجار الكبير هو أيضا لا يزال يتمدد. والحقيقة أن طول موجة اشعاع الخلفية الآن يطابق منطقة طول الموجة الميكروية (أو موجة الراديو القصيرة) فى الطيف الكهرومغناطيسى.

اكتشف علماء الفلك هذا الإشعاع بأن وجهوا هوائيات الراديو إلى الفضاء. وجد العلماء أن «حرارة» الإشعاع – أحد مقاييس طاقة الإشعاع – هى أدفأ بدرجات قليلة عن الصفر المطلق (– ٢٣٧°م)، استقبل اكتشاف هذا الإشعاع بالترحيب البالغ كواحد من أهم إثباتات نظرية الانفجار الكبير.

أرنو بنزياس (ولد ١٩٣٣) وروبرت ويلسون (ولد ١٩٣٦) عالمان فيزيائيان فى معامل (بل) بنيوجيرسى. استخدم العالمان فى ستينيات القرن العشرين هوائيات راديو ليكتشفا عن طريق الصدفة تماما أن السماء مليئة «بشوشرة» من موجات راديو ميكروية وتوصلا إلى إدراك أن هذه بواقي الانفجار الكبير نفسه حدثت لها إزاحة حمراء – إنها «صدى» الانفجار الكبير. منح العالمان فى ١٩٧٨ جائزة نوبل للفيزياء لهذا الإسهام النفيس فى المعرفة الكونية.

أمواج أطول: دعنا نتخيل خطًا فى شكل موجة مرسومة على سطح رباط مطاطى. عندما يمتط الرباط المطاطى، تمتط الموجة أيضا. يتمدد الفضاء بالطريقة نفسها، وكذلك فإن إشعاع الخلفية الذى يملأ الفضاء يتمدد أيضا.

خريطة حرارة السماء: تكشف هذه الخريطة عن أن هناك فروقًا طفيفة فى حرارة إشعاع الخلفية خلال الفضاء. بعض المناطق أدفأ بنسبة ٠,٠١٪ من متوسط درجة حرارة الفضاء، وبعض المناطق الأخرى أبرد بالنسبة نفسها.



الكون الآن:

بينت الأرصاد أن اختلاف درجات الحرارة يدل على اختلاف كثافة المادة فى مناطق معينة من الكون. المناطق التى تزيد فيها الكثافة زيادة هينة لديها جاذبية أقوى من المناطق ذات الكثافة المنخفضة، وهذه المناطق ذات الجاذبية الأكبر هونا هى التى انبثقت فيها أول المجرات بعد الانفجار الكبير بزمن ما بين مليون إلى بليون من السنين.

على أى حال لابد وأن هناك مادة فى الكون الحالى أكثر مما ندرك حتى يمكن للمجرات أن تتماسك معا وتتحرك خلال الفضاء بالطريقة التى تفعل بها ذلك. وعلى وجه الخصوص، فإن طريقة دوران المجرات لا يمكن تفسيرها تفسيرا كاملا على أساس من مجرد المادة التى تحويها وأمكن اكتشافها. النجوم الأقصى بعدا عن مركز المجرات تدور بسرعة أكبر مما يمكن أن يتولد عن مجرد كتلة المادة التى يمكن لنا تمييزها. إحدى النظريات التى تحاول تفسير هذا الأمر نظرية تعرف باسم نظرية المادة المظلمة. تطرح هذه النظرية أن هناك مادة يفوق وزنها وزن العالم الناصع المرصود، وذلك بنسبة تقرب من نسبة ١٠ إلى واحد، ولكنها مادة لا يمكننا رؤيتها لأنها لا تبعث أى شكل من الإشعاع الكهرومغناطيسى. إنها حقا مادة مظلمة. يظن البعض أن المادة المظلمة موجودة فى شكل ما يفترض أنه جسيمات تحت ذرية اسمها الويمبات، وهذا الاسم هو مخصورة الكلمات الإنجليزية التى تعنى الجسيمات الثقيلة المتفاعلة. هناك نظريات كثيرة أخرى لتفسير تكوين المادة المظلمة، كأن يفترض أنها قد تكون جسيمات تسمى النيوترينو (وهى غير النيوترون)، أو ثقوب سوداء،أو غير ذلك.

مولد المجرات

تتناثر المجرات خلال الكون كله كأطباق للطعام لا يفصلها إلا أمتار معدودة، وهذه المجرات هى مجموعات هائلة من النجوم تمسكها الجاذبية معا. بعض المجرات أقراص مسطحة، والبعض الآخر شكله بيضاوى، كما أن هناك مجرات أخرى ليس لها أى شكل يميزها على الإطلاق. تؤوى المجرات داخلها حتى فى أصغرها ما يقرب من مليون من النجوم على الأقل، وأكبرها تزيد بمليون مرة .. وبالإجمالى، فإن من الممكن جدا أن يكون هناك من هذه الجزر الكونية عدد يفوق عدد النجوم فى مجرتنا درب اللبانة إلا أننا لم نصل بعد إلى الإجابة عن التساؤل عن كيف أتت أولا هذه البنى الهائلة. هل تشكلت كسحب غبار قبل تشكيل النجوم، أو أن النجوم ظهرت أولا؟ عندما يواجه علماء الفلك أسئلة كهذه فإن أحسن ما يستطيعونه حاليا هو أن يلجؤوا للتخمين.

عهد ما قبل المجرات:

بل إن علماء الفلك لم يتأكدوا بعد من الزمن الذى بدأت تتشكل فيه المجرات، ناهيك عن أن يتأكدوا من طريقة تكوينها. يقول بعض الباحثين أن ذلك حدث بعد مليون سنة من الانفجار الكبير، بينما يفضل آخرون رقما أقرب إلى البليون سنة. أفضل تقدير هو أن المجرات بدأت تتكوّن عند وقت ما بين هذين الطرفين القصويين. هناك لحسن الحظ بعض أمور نعرفها بيقين أكثر. قبل وجود المجرات كان الكون بعد خروجه حديثا من الانفجار الكبير فى شكل سحابة كونية من غازى الهيدروجين والهيليوم، وقد اختلطا بقدر أكبر كثيرا من المادة المظلمة. الكون المبكر كان مثل السحب الحقيقية فيه بقع كالرقع، حيث بعض المناطق تزيد كثافتها هونا عن المناطق الأخرى. هذه نتيجة مباشرة لفترة التضخم. المناطق الأكثر كثافة لها قوة شد جذبوى أقوى، وهكذا فإنها جذبت تدريجيا المادة من المناطق المحيطة بها، وأخذت السحابة تتنامى إلى مجموعات متمايزة أو خيوط من مادة مضمومة معا بإحكام، مع آثار صغيرة من المادة فيما بينها.

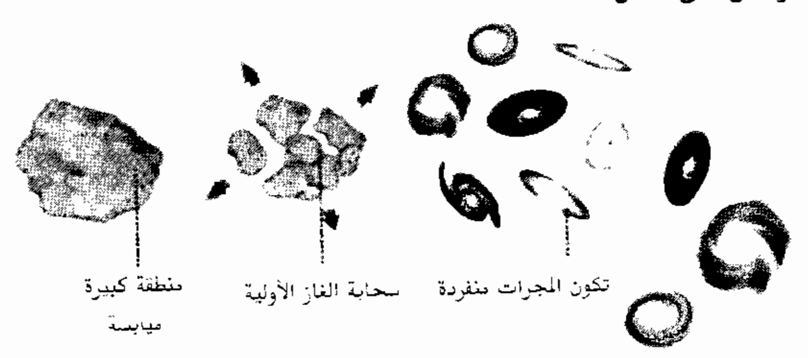
درب اللبانة (التبانة):

توماس رايت (١٧١١ - ١٧٨٦) فيلسوف إنجليزى له فكره المتقدم فيما أبداه من رأى فى القرن الثامن عشر من أن درب اللبانة هى جزيرة هائلة من النجوم التى تتحرك كلها فى الاتجاه نفسه، بينما الشمس قد انزاح موضعها من المركز، والمجرات تتخذ موقعها خارجها. لم يحدث إلا فى القرن العشرين أن أثبت العلماء الأكثر حداثة أن رأى رايت يعد بصورة عامة رأيا صحيحا.

هناك فكرتان رئيسيتان عن تكوّن المجرات، وإن كانت معظم أدلة الرصد فيما يبدو تدعم سيناريو التصاعد «من أسفل لأعلى».

نظريات تكوين المجرات: لسنا متأكدين من الأحداث التى أدت إلى انقسام الكون المبكر إلى مجرات بعد أن تكونت الخيوط الممتدة للمادة. هناك نظريتان بشأن ذلك. تطرح النظرية الأولى أن الكون تشكل من سحب غاز كبيرة كثيفة ما لبثت أن تكسرت لشظايا .

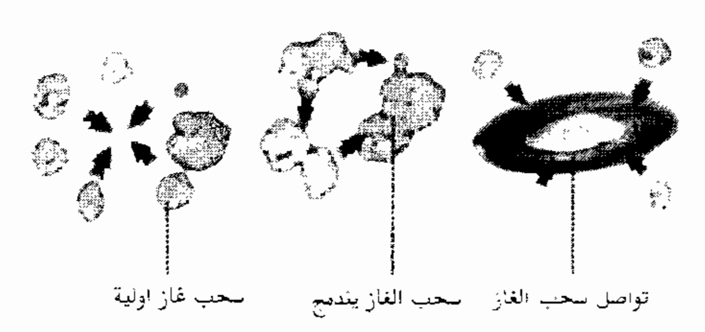
نظريه من أعلى لأسفل



تصبح كل شظية مجرة منفردة حيث تتقلص سحب الغاز بتأثير الجاذبية لتشكل النجوم. المجرات حسب هذه النظرية تتنامى من أعلى لأسفل، بأن تقتطع بعيدا من أحجام للمادة أكبر كثيرا منها.

تحاج النظرية الأخرى بأن المجرات تتنامى من أسفل لأعلى. وهى تطرح أن المناطق الأصلية الكثيفة فى الكون كانت صغيرة نسبيا - حجمها أصغر كثيرا من أن تنقسم إلى بنى كبيرة بحجم مجرة بأسرها. تأخذ هذه المناطق فى الاندماج مع جيرانها بفعل الجاذبية لتصنع بنى أكبر حجما، ثم تصنع فى النهاية مجرات .

نظرية من أسفل لأعلى



كما سبق القول فإن معظم أدلة الرصد تدعم سيناريو من أسفل لأعلى. يمكننا أن نجد أقرب دليل على ذلك - هنا مباشرة فى مجرتنا درب اللبانة. درب اللبانة

تتخذ أساسا شكل قرص، ولكنها محاطة «بهالة» كروية ماردة من تجمعات نجوم تعج من حولها كالدبابير حول عشها. النجوم داخل هذه التجمعات التي تسمى حشودا كروية لها أعمار يختلف أحدها عن الآخر ببلايين عديدة من السنين.

يعرف علماء الفلك ذلك لأن النجوم عندما يكبر عمرها يغدو لونها أكثر حمرة عن النجوم الأخرى، وبالتالي فإن هذه الأفراد الحمراء تكون ولابد أكبر عمرا. يعني هذا أن الحشود الكروية، وبالتالي مجرتنا كلها، هي فيما يحتمل لم تتكون في نفس الوقت كما كان سيحدث لو أنها تكونت في سيناريو من أعلى لأسفل. وبدلا من ذلك فإن درب اللبانة تكونت عبر بلايين السنين وهي تمتص تدريجيا المزيد والمزيد من سحب الغاز، التي تتكثف بعدها في نجوم. هكذا فإن ألوان النجوم تروي لنا قصة تبين مدى عمرها. النجوم الأصغر سنا تنحو إلى أن يكون لونها فيه زرقة، والنجوم الأكبر سنا يصبح لونها أصفر، وبرتقاليا، وأحمر. هناك صور لدرب اللبانة يغلب عليها وجود نجوم حمراء وبرتقالية، مما يدل على أن مجرتنا فيما يحتمل تشكلت منذ بلايين السنين.

هارلو شابلي (١٨٨٥ - ١٩٧٢) هو أول من قاس حجم درب اللبانة بدقة بأن قاس المسافات إلى المجموعات الكروية للنجوم التي تدور فيها - الحشود الكروية. بين شابلي أن هذه المجرة أكبر كثيرا مما كان يعتقد. وقد أصدر فيما بعد كتالوجا للمجرات يكشف فيه عن طريقه انتشارها عبر الفضاء وقد تجمعت في حشود هائلة.

المجرات تأكل إحداها الأخرى:

سواء تكونت المجرات حسب نظرية من أعلى لأسفل أو نظرية من أسفل لأعلى فإنها تتطور تطورا كبيرا بعد ظهورها في الوجود، وهي تفعل ذلك بأن تتفاعل إحداها مع الأخرى. ولا يكاد هذا يثير أي دهشة، ذلك أن المجرات تتقارب معا بالنسبة لحجمها تقاربا أكثر كثيرا من تقارب النجوم. ونتيجة ذلك أن شاعت، ولا تزال تشيع، الاصطدامات بين المجرات المنفردة. أكبر كل المجرات هي ما تسمى الإهيلجيات العملاقة، ويبلغ من كبر حجمها أنها تحوي عددا من النجوم يبلغ عشرة أمثال نجوم درب اللبانة، وأنها فيما يحتمل قد تطورت بأن ابتلعت جيرانها الأصغر حجما. بعض هذه المجرات لها بنية داخلية تطرح أنها مازالت «تهضم» المجرات التي ابتلعتها من قبل. أحسن ما يدل على أن المجرات تطورت بأن تأكل إحداها الأخرى هو ما نجده في الصورة التي التقطها المرصد الفضائي هابل الذي أنتج صورا تسمى صور المجال العميق. تبين هذه الصور مجرات بعيدة عنا ببلايين السنين الضوئية، ويعني هذا أننا نرى هذه المجرات عند ظهورها منذ بلايين السنين. يستطيع علماء الفلك مقارنة هذه

المجرات القديمة بالمجرات الأحدث ليملؤوا الثغرات الزمنية ويستنتجوا ما ربما يكون قد حدث فيما بين هذه الأوقات. تشيع فى صور المجال العميق المجرات اللولبية إلى حد أكبر بكثير من تلك الإهليلجية؛ أما صور المجرات القريبة، فتشيع فيها بأكثر المجرات الأهيلجية؛ يُفسَّر هذا بأنه يعنى أنه منذ بلايين السنين كان عدد المجرات اللولبية أكثر، وذلك قبل أن يتسع لديها الوقت لأن تصطدم إحداها بالأخرى لتندمج معا لتشكل المجرات الإهليلجية الحالية. يظهر فى بعض الصور مجرتان لولبيتان متجاورتان إحداهما أكبر من الأخرى،وينتج عن قوى الشد الجذبوى للمجرة الأكبر أنها تحدث تشوها فى شكل المجرة الأصغر، ثم لا تلبث أن تمتصها بالكامل عبر بلايين السنين.

المجرات الحالية:

- يقدر حاليا أنه يوجد من ٥٠ إلى مائة بليون من المجرات التى يمكن التعرف عليها بالتليسكوبات الحديثة، على أن من المرجح أن العدد الإجمالى للمجرات هو نما عدد هائل.

فيما يتعلق بالمجرات الموجودة حاليا، يقدر علماء الفلك أن ما يقرب من ٦٠ فى المائة منها إهليلجية، وثلاثين فى المائة لولبية، وحوالى ١٠ فى المائة بلا شكل منتظم. مازالت تتواصل عملية أكل مجرة للأخرى، وسوف تزيد فى المستقبل نسبة المجرات الإهليلجية إلى تلك اللولبية.



حياة النجوم

المجرات مصنوعة من نجوم، ولما كنا نعيش داخل مجرة درب اللبانة فإن النجوم تتناثر عبر الفضاء فى كل اتجاه ننظر فيه، تظهر النجوم بخصائص كثيرة مختلفة من حيث درجات الحرارة، والألوان. ولكنها كلها نابعة من نفس المصدر – سحب باردة من الغاز والغبار تغطى منطقة عرضها سنين ضوئية عديدة.

السحب الجزيئية العملاقة:

توجد المواد الخام اللازمة لصنع النجوم منتشرة عبر مجرتنا هى والمجرات الأخرى فى رقع هائلة من ضباب ما بين النجوم تعرف بأنها السحب الجزيئية العملاقة، أو سدم ولادة النجوم. سديم الجوزاء Orion مثل شهير لذلك. لهذه السحب أبعاد نمطية حيث يقاس عرضها بعشرات من السنوات الضوئية. وهى مصنوعة أساسا من غاز الهيدروجين حيث تنظم الذرات المفردة معا ليزدوج كل اثنين منها لصنع جزيئات بسيطة – جزيئات الهيدروجين. المادة المتبقية، وهى ما تقرب كتلتها من الربع، تكون فى معظمها هيليوم، على أن هناك أيضا آثارا من الكربون، والأوكسجين، والنيتروجين، بل وحتى جسيمات صلبة متناثرة حجمها أصغر. تعرف هذه الجسيمات الصلبة فى مجموعها عند الفلكيين بأنها «غبار» إلا أنها لا تشابه قط المادة التى تتجمع فوق أرضية الغرفة تحت السرير. جسيمات غبار ما بين النحوم حجمها أصغر كثيرا من ذرات غبار حياتنا اليومية ولها تركيب مختلف. وهى أساسا حبيبات من سناج الكربون، مغلفة بجليد ناتج إما عن تجمد الميثان، أو تجمد الماء، أو تجمدهما معا. يتجمد الجليد على الحبيبات لأن السحب الجزيئية العملاقة باردة جداً، وحرارتها هى فحسب أعلى من حرارة الفضاء نفسه بما يقرب من ١٠ – ٢٠°م (٥٠ – ٦٨°ف). وعلى أى حال فإن المسافات بين الحبيبات المنفردة مسافات مذهلة حقا. على الرغم من أن هذه السحب تحوى مادة كافية لصنع ملايين من النجوم المماثلة للشمس، إلا أنها على درجة بالغة من الاتساع ورقة السمك،بحيث إنها تكون حتى أكثر خواء من أقوى ما يصنعه العلماء من الفراغ فوق الأرض. وهى تبدو فحسب صلبة لنفس السبب الذى تبدو به السحب الأرضية صلبة – وهو أننا ننظر إليها من مسافات بعيدة جدا.

التقط المرصد الفضائى هابل صورا لسديم الجوزاء، ويظهر السديم عند مركزه تماما نجوما تتكوّن داخل المناطق الأنصع من سحب الغاز الهائلة التى تصنع السديم.

التقلص الجذبوى:

تغير السحب فوق الأرض من شكلها وهى تسير متمهلة فى زهو عبر السماء، وتسلك بمثل ذلك تماما السحب الجزيئية وهى تنجرف عبر الفضاء. تتطور السحب الأرضية فتصبح فى مناطق معينة منها أكثر رقة وتغدو خفيفة، بينما تصبح مناطق أخرى أكثر سمكا وأكثر عتامة، ويصدق الشيء نفسه على السحب الجزيئية. فى النهاية ينشأ فى السحابة الجزيئية مناطق عديدة فيها مادة أكثر وكثافتها أكبر مما يحيط بها مباشرة. يكون لهذه القلوب الكثيفة تأثير جذبوى أقوى، ويعنى هذا أنها تجذب المواد المجاورة وتتنامي لتصبح حتى أكثر انضغاطا وكثافة. تعرف هذه العملية بأنها التقلص الجذبوى، وهى نفس العملية التى بُنيت بها المجرات الأولى.

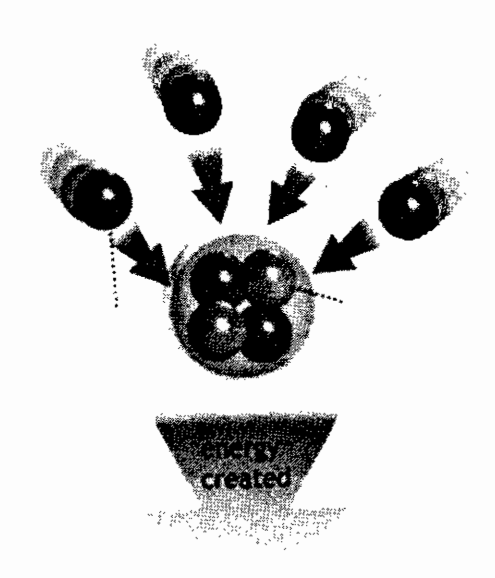
التقلص الجذبوى بالإضافة إلى ما يؤدى إليه من انكماش السحابة الأصلية، له كذلك تأثير آخر رئيسى. عندما ينضغط الغاز تقل أيضا المسافة بين الذرات المفردة والجزيئات المفردة، وبالتالى يزيد تكرار ما يحدث بينها من اصطدامات. إحدى الطرائق لتصور ذلك هى أن نتخيل حبوب فشار الذرة فى مقلاة ساخنة. لو أن حجم المقلاة صُغّر فجأة فإن المساحة التى تتحرك فيها حبوب الذرة تصبح أقل، فتصطدم بجوانب المقلاة كما تصطدم إحداها بالأخرى بمعدل أكبر. الغاز المضغوط مثله مثل حبوب الذرة يصبح أكثر تهيجا، وتُكتشف الطاقة الزائدة فى شكل حرارة. وبكلمات أخرى فإن قلب السحابة الجزيئية يغدو أصغر، وأكثر كثافة كما أنه يغدو أكثر حرارة.

النجوم الأولية:

أول نتيجة للتقلص الجذبوى هى إنتاج شرنقة نجم – بقعة صغيرة قاتمة من غاز وغبار عرضها أقل من سنوات ضوء معدودة – ويسميها علماء الفلك بأنها كرية .. أو كرة صغيرة. يتشكل داخل الكرية نجم واحد أو أكثر. تواصل الكرية تقلصها فتغدو أصغر، وفى النهاية تنطلق الطاقة الجذبوية فى شكل حرارة ويبدأ النجم فى النصوع بقدرته الذاتية. عند هذه المرحلة تكون درجة حرارة سطح القلب عدة مئات من الدرجات المئوية، وتكون درجة حرارة مركز القلب أكبر بآلاف المرات. لا تشكل هذه البنية بعد نجما لأنها مازالت تنكمش، وهى تعرف بأنها نجم أولى. هكذا فإن تشكيل النجم الأولى يخلق منطقة مركزية شديدة السخونة، ولكن درجة حرارتها لم تصل بعد إلى حرارة النجم الحقيقى التى يحدث عندها اندماج نووى.

النجومية:

يواصل النجم الأولى انكماشه ويصبح حتى اصغر وأسخن مما كان. كلما زادت سخونة أحد الأجرام، تحركت ذراته حركة أسرع. عندما يصل قلب النجم الأولى إلى درجة الحرارة الحرجة التى تزيد عن ١٥ مليون° م (٢٧ مليون° ف)، تتحرك عندها ذرات الهيدروجين بسرعة بالغة حتى أنها عندما تصطدم إحداها بالأخرى تلتصق معا وتكوّن هيليوم. تعمل قنابل اندماج الهيدروجين حسب نفس هذه القاعدة التى تعرف بالتركيب النووى أو الاندماج النووى.



starlight

الاندماج النووى: يحدث عميقا داخل النجم أن تتحد أربعة بروتونات فى تفاعلات نووية لتصنع نواة هيليوم. يتغير اثنان من البروتونات إلى نيوترونات، وهكذا فإن النواة النهائية للهيليوم تتكوّن من بروتونات ونيوترونان. ينتج عن هذه العممية انطلاق طاقة هائلة من الإشعاع هى علامة على نقطة تحول فى تكوين الجرم. كما يحدث فى القنبلة المتفجرة فإن هذا الإشعاع الجديد يحدث ضغطا هائلا للخارج.

يبلغ من شدة هذه القوة أنه عندما ينطلق الإشعاع بقوة من القلب فإنه يوقف وصول المزيد من المادة التى تحاول أن تصل إلى المركز عن طريق قوى الجاذبية. يحدث هكذا توازن محكم بين قوة ضغط الإشعاع للخارج وقوة الشد الجذبوى للدخل؛ هذه الحالة من التوازن هى ما يعيّن وجود النجم الحقيقى. هكذا يوجد فى مركز النجم مفاعل نووى يصنع الهيليوم من الهيدروجين - يأخذ هذا التفاعل فى النصوع باطراد - ويبدأ ضوء جديد رحلته خارجا من نجم جديد.

النجوم الأولى:

تأتى النجوم فى كتل مختلفة بما يعتمد على مقدار المادة التى كانت متاحة محليا عند تشكل النجم. النجوم الأكثر كتلة لها ضغوط أكبر على مركزها بسبب وزن المادة التى تشدها الجاذبية. يعنى هذا أن النجوم الكبيرة الكتلة لابد وأن تحرق وقودها النووى بسرعة أكثر كثيراً لتنتج إشعاعا كافيا للإبقاء على بنيتها، ومن الممكن أن ينفد هكذا ما بها من الهيدروجين فى زمن يبلغ فحسب ملايين معدودة من السنين. النجوم الأصغر مثل الشمس، تحرق ما بها من الهيدروجين فى زمن بطىء نسبيا، ويصل زمن حياتها إلى ما يقرب من ١٠ - ١٣ بليونا من السنين. أما النجوم التى تقل كتلتها كثيرا عن الشمس فيمكنها أن تعيش لعشرات البلايين من السنين، وهذا زمن أطول كثيرا من عمر الكون الحالى. من المرجح أن الكون لا يزال يحوى نجوما هى من بين أول ما تشكل بعد الانفجار الكبير.

سير أرثر إدنجتون (١٨٨٢ - ١٩٤٤) عالم بريطانى هو أول فرد طبق الفيزياء على ما يجرى داخليا فى النجوم. أدرك إدنجتون بفضل أبحاث ألبرت أينشتين، أن هناك مقادير هائلة من الطاقة محبوسة داخل المادة حتى فى أصغر شذرة منها.

النجوم كأسلاف لنا:

على كل حال، أيا كان عمر النجوم، فإن النجوم الأولى قد ماتت من زمن طويل. معظم هذه النجوم كانت ولابد ذات كتلة قصوى بسبب ما كان يوجد من كميات هائلة من المواد اللازمة لصنع النجوم، حيث كانت هذه المواد متاحة فى نضارتها نتيجة الحداثة النسبية للانفجار الكبير. لما كانت هذه النجوم لها كتلة كبيرة، فإن حياتها تكون قصيرة، كما أن تركيبها يختلف عن النجوم التى نراها الآن. على الرغم من أن النجوم التى تتكوّن الآن مازالت مصنوعة بالكامل تقريبا من الهيدروجين والهيليوم، إلا أنها تحوى أيضا بعض آثار من عناصر أثقل مثل الكربون، والأوكسجين، والنيتروجين، التى توجد فى السحب الجزيئية العملاقة الحالية. يبين

هذا الدليل أن أول أجيال النجوم كانت ولابد مصانعا لكل العناصر الثقيلة الموجودة من حولنا ومن داخلنا.

وكما يقول ويليام فولر (١٩١١ - ١٩٩٥) عالم الفيزياء الفلكية الفائز بجائزة نوبل ١٩٨٣، «نحن جميعا فى الحقيقة وبالمعنى الحرفى للكلمة فينا بعض شىء من غبار النجوم».

ما إن تشكلت أول النجوم، حتى بدأ كل واحد منها يحوّل الهيدروجين إلى هيليوم داخل قلبه، تماما كما تفعل النجوم الآن. تتزايد باطراد كمية الهيليوم داخل مركز النجم وتقل كمية الهيدروجين، وهكذا يأخذ القلب فى الإبتراد تدريجيا ويتقلص بسبب نقص الاحتراق النووى، ويؤدى هذا إلى زيادة فى الكثافة. يتزيد تكرار التصادم بين النوى فى هذا الحيز المحدود فيرفع ذلك من درجة الحرارة، ويتقد أوتوماتيكيا اندماج نوى الهيليوم ليتكوّن عنصر البرليوم، وهو عنصر غير مستقر إى حد كبير. تكون الكثافة فى قلب النجم بالغة الكبر، حتى أنه على الرغم من أن نوى البرليوم لا تظل موجودة إلا لجزء من الترليون من الثانية، إلا أن هذه النوى يمكن أن تتصادم مع نواة هيليوم لتكون نواة كربون مستقرة جدا. هذه العملية التى يؤسر فيها الهيليوم يمكن أن تستمر لينشأ عنها عناصر تتزايد ثقلا. وكمثل عند توفر درجة حرارة عالية بما يكفى، تصطدم نواة كربون بعنف مع نواة هيليوم أخرى لتنتج نواة أوكسجين مستقرة. مع كل دورة من تمدد وتقلص للنجم، تزيد الحرارة والكثافة عند القلب، بما يتيح لنوى الهيليوم أن تقع فى الأسر لتشكل نوى تتزايد ثقلا، مثل نوى المغنسيوم والسيليكون.

أول العناصر الثقيلة:

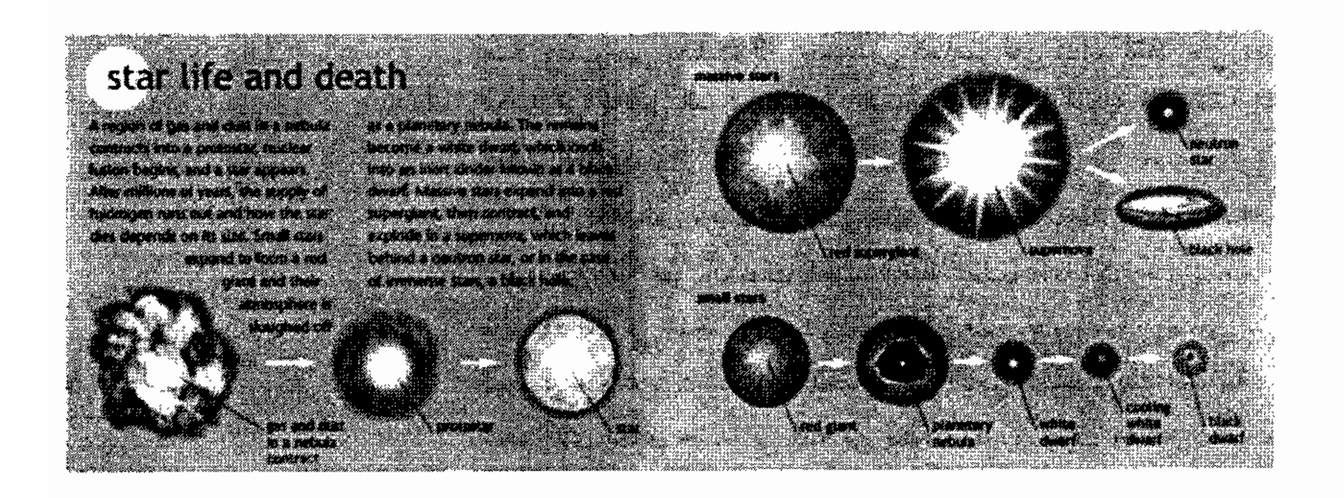
على هذا النحو تنجز هذه النجوم الأولى كبيرة الكتلة عملية تحول فيها ما كان أصلا هيدروجين وهيليوم إلى حشد من العناصر التى تتزايد ثقلا حتى تصل إى الحديد فى الجدول الدورى للعناصر. الحديد يمثل نقطة النهاية فى عملية التركيب النووى للنجوم.

الذرات الأخف من الحديد تنبثق منها طاقة عند اندماجها، وهى الطاقة التى تُبقى النجوم حية، فى حين أن ذرات الحديد الثقيلة تتطلب طاقة أكبر حتى تندمج - وهى طاقة منقوصة فى النجم الذى يموت. وبالتالى فمع عدم وجود مزيد من الوقود فى النجم ليدفع التفاعلات الضرورية للحفاظ على النجم متماسكا ضد الجاذبية، سيعانى النجم الذى يحوى حديدا فى قلبه من مشكلة كبيرة. سوف يخضع للشد الجذبوى للداخل، وهو يفعل ذلك على نحو مفاجىء جدا، خلال ثوان، ويكون فى هذا نهاية حياة النجم الطبيعية.

موت النجم:

يتفجر النجم داخليا بمعدل يبلغ من سرعته أنه يصل فى عدة ثوان إلى كثافة كبيرة جدا، ويعاود القلب الارتداد لفترة وجيزة جدا بما يؤدى إلى دفع موجات صدمة للخارج خلال باقى النجم لها سرعات هائلة وتفجر الكثير من عناصر النجم الثقيلة إلى أعماق الفضاء. تصل الطاقة المنطلقة إلى قدر هائل ويسطع النجم لبرهة بأنصع من مجرة بأسرها. يسمى علماء الفلك هذا الحدث بأنه السوبرنوفا (المتوهجة)، وفيه تصاغ العناصر الأثقل من الحديد. مع كل قوة حدث السوبرنوفا فإنه لا يحدث دائما أن يدمر النجم تدميرا كاملا. بعد الانفجار، تكون هناك قوى جذبوية مكثفة فى القلب المتبقى، تسحق الإلكترونات والبروتونات معا ويلغى أحدها الآخر. وهكذا لا يتبقى إلا النيوترونات، وقد احتشدت معا مثل كريات الزجاج فى كيس، وينتج عن ذلك كرة فى حجم مدينة مصنوعة كلها من النيروترونات: النجم النيوترونى فائق الكثافة. أما إذا كان القلب له بوجه خاص كتلة كبيرة ، فإن القوى الجذبوية تعتصر الجرم إلى نقطة الانهيار. ينكمش النجم إلى نقطة واحدة، لا يهرب من جاذبيتها شىء ولا حتى الضوء ويصبح ثقبا أسود. ومع ذلك فإن النجوم لا تنتهى كلها متفجرة – وإنما يحدث ذلك فحسب للنجوم الأكبر كتلة – أما النجوم ذات الوزن الأخف مثل الشمس، فتعوزها الشروط الداخلية المطلوبة لتخليق عناصر تتزايد ثقلا طول الطريق حتى الحديد. وبدلا من ذلك فإنها تتمدد لتغدو نجوما منتفخة شاسعة مشربة بلون يميل إلى الوردى، وتعرف بأنها العملاقة الحمراء. تتبخر العملاقة الحمراء فى الفضاء، لتشكل ما يسمى بالسديم الكوكبى.

هكذا تتلخص حياة النجم ومماته كالتالى: تنكمش منطقة من الغاز والغبار فى



أحد السدم لتكون نجما أوليا، تبدأ عملية الاندماج النووى، ويظهر نجم. بعد مرور ملايين السنين، ينفد مدد الهيدروجين،وتتوقف طريقة موت النجم على حجمه. النجوم الصغيرة تتمدد لتشكل عملاقا أحمر وينسلخ جوها كسديم كوكبى. تصبح البقايا قزما أبيض يبرد إلى نفاية خاملة تسمى بالقزم الأسود. النجوم كبيرة الكتلة تتمدد إلى عملاق فائق أحمر، وتتفجر إلى سوبرنوفا تخلف وراءها نجما نيوترونيا، أو أنها فى حالة النجوم الضخمة تخلف ثقباً أسود.

تظهر فى صور الأرصاد مراحل مختلفة من حياة النجوم ومماتها. هناك مثلا صورة تبين موجة تفجر لأحد السوبرنوفات المسمى سوربونوفا حلقة الدجاجة Cygnus Loop ، وهو بقايا تفجر نجم منذ ما يقرب من ١٥٠٠٠ سنة. تبدو فى الصورة موجة صدمة التفجر فى شكل سحابة (حمراء وصفراء)، فى حين أن هناك شريط (أزرق) من الضوء يمكن أن يكون الغاز الذى تفجر من السوبرنوفا، ومن المتعقد أن هذا الضوء ينتقل بسرعة ٣ ملايين من الأميال فى الساعة (٥ ملايين من الكيلو مترات).

هناك صورة أخرى لسديم كوكبة يبدو كحلقة خاتم تمثل أحد الأشكال المحتملة لموت النجم مما يجرى للنجوم الأقل كتلة مثل الشمس. السديم الكوكبى غلاف من الغاز يحيط بما يسمى بالقزم الأبيض - أى البقايا الميتة للنجم الأصلى.

إعادة التدوير الكونية:

ما سبق وصفه من التفجرات الكونية هى أحداث تبذر الكون بأول العناصر الثقيلة. ينتج عن النجوم والسوبرنوفات أن يصبح لدينا الكواكب، والجبال، والأشجار، والبشر - فكلها مصنوعة من المواد التى تصنعها النجوم والسوبرنوفات. الأنقاض الأخرى التى تتخلف فى الفضاء تتحد مع بقايا النجوم الأخرى وتجمّع نفسها فى سحب جزيئية - وتبدأ مرة أخرى من جديد دورة ميلاد النجوم. الكون هو الماكينة الأساسية لإعادة هذه الدورة.

وإذن فحقيقة المادة هى أن كل مادة الكون بما فيها ما يوجد فى الكائنات الحية، قد تخلقت فى التاريخ الباكر من الكون. بعض هذه المادة قد تحول بعدها إلى أشكال أخرى، إما داخل النجوم أو عند تفجر النجوم كسوبرنوفا. تحول المادة هكذا مازال مستمرا للآن.

بناء الكواكب

منذ زمن ليس ببعيد كانت العوالم الوحيدة الأجنبية عنا التى نعرف بوجودها على وجه التأكيد هى الكواكب الثمانية الأخرى التى تدور مع الأرض حول الشمس. على أن هذه الصورة تغيرت تغيرا كاملا فى السنوات الخمس أو الست الأخيرة (قبل ٢٠٠٢). نتج بفضل أوجه التقدم الحديثة فى تكنيكات الرصد، أن عرفنا أن هناك عشرات عديدة من النجوم لديها كواكب تدور من حولها، تماما مثل ما تفعل شمسنا. من الوجهة الإحصائية، يكاد يكون مؤكدا الآن أن الكواكب تنتشر ليس فحسب حول أقرب النجوم لنا حيث توجد معظم الكواكب الجديدة التى عثرنا عليها حتى الآن، وإنما تنتشر الكواكب أيضا حول نسبة كبيرة من كل النجوم خلال الكون كله. على أنه ليس فى هذا ما يدهشنا حقا إذا نظرنا إليه فى ضوء أحدث أبحاث علم الفلك، وذلك لأنه ثبت فى النهاية أن الكواكب هى النتاج الثانوى الطبيعى لعملية تشكيل النجوم.

الاقراص الكوكبية البدائية (البروبليدات = Proplyds)

فى إعادة لما سبق، تتكون النجوم عندما تأخذ فى الانكماش على نفسها سحابة ضخمة من الغاز والغبار داخل أحد السدم بفعل الشد الجذبوى. مع انكماش السحابة يصبح مركزهسا أكثر وأكثر انضغاطا، وتتزايد حرارتها باطراد حتى تسطع بقدراتها الذاتية. إلا أنه كما أن المادة التى سيؤول مصيرها إلى أن تكون نجما تتزايد وتتزايد انضغاطا؛ فإنها أيضا تصير أكثر تفلطحًا بفعل الحركة الدوارة الطبيعية، يشبه الأمر نوعا عجينة البيتزا التى تتفلطح عند لفها فى الهواء. ينتج عن ذلك أنه خلال ما يقرب من ١٠٠٠٠٠ سنة من بداية التقلص الجذبوى، تتكوّن فطيرة مدوّمة من الغاز والغبار لها حجم هائل وعرضها ملايين الأميال؛ وهى تحيط بالنجم الذى يتشكل حديثا.

يسمى الفلكيون هذا الجرم بأنه قرص كوكبى بدائى،ويختصر عادة بالإنجليزية إلى كلمة بروبليد. وببساطة فإن البروبليدات مصانع الكواكب. منذ ما يقرب من ٤٥٠٠ مليون سنة كانت المنظومة الشمسية موجودة فحسب كقرص مارد - يشير إليه علماء الفلك بأنه السديم الشمسى.

رُصدت صورة لسحابة حول نجم «بيتا بكتورس Beta Pictosis» تبين أحسن ما عرف من البروليدات.

مصغرات الكواكب:

عند أول بداية عملية بناء الكواكب، يحوى القرص الكوكبى البدائى مالا يزيد كثيرا عن جزيئات الغاز وحبيبات غبار الكربون المغطاة بالجليد، والتى تدور جميعا حول النجم المتنامى فى المركز. أثناء دوران الجسيمات حول المركز تتصادم وتترابط معا بقوى الكهرباء الإستاتيكية (التى تماثل تلك التى تجذب قطع الورق إلى مشط مشحون) .الحبيبات الأكبر التى تتكون تترابط بدورها مع الحبيبات الأخرى، ويتكرر ذلك المرة تلو الأخرى ويتزايد تدريجيا حجم الحبيبات. هكذا يحدث خلال آلاف السنين أن تتنامى حبيبات الغبار لما يقرب من حجم حبات البسلة. وبعدها لا يستغرق الأمر إلا مئات قليلة من السنين ليحدث تحول كامل فى القرص. تكون النتيجة تكوين عاصفة تدوّم من أجرام لا تحصى من أشباه الكويكبات عرضها يقرب من كيلومتر واحد (نصف الميل). تسمى قطع هذا «الطوب – العالمى» بمصغر الكواكب، وهى وحدات بناء الكواكب.

يمثل ظهور أول مصغرات الكواكب نقطة تحول فى عملية بناء الكوكب. لا تعود هذه الأجرام فى حاجة للاعتماد على اصطدامها بالصدفة بالأجرام المجاورة الدوارة حتى تتنامى إلى حجم أكبر،وبدلا من ذلك فإن لديها من الكتلة الجوهرية ما يجعلها تتحد معا بقوى شدها الجذبوى المتبادل. التنامى بواسطة الشد الجذبوى يعرف بأنه التحام، ويحوّل فى النهاية مصغرات الكواكب إلى كواكب حقيقية. بعد تكون الكواكب يؤدى اتقاد النجم إلى تدفق من الإشعاع ينفث ما بقى من غبار وغاز بعيدا، ليبقى النجم والكواكب.

بناء الكواكب:

على أن هناك المزيد مما يروى فى هذه القصة، الكواكب التى تتكوّن بالتحام مصغرات الكواكب تكون صغيرة وجامدة لأنها تتكون من مادة جامدة مثل المعادن والسليكات. تصنع هذه الجوامد الكواكب الأرضية (الشبيهة بالأرض)، مثل عطارد،

والزهرة، والمريخ، والأرض (وهى أكبر كوب أرضى فى المنظومة الشمسية). على أنه كما عرفنا فيما سبق، هناك كواكب أكبر كثيرا فى حجمها ولها تركيب مختلف جدا - وهى الكواكب الغازية الضخمة. تبدأ الكواكب الغازية بالطريقة نفسها مثل الكواكب الأرضية، ولكنها تتكون على مسافة بعيدة نسبيا عن نجمها الأب. تتكون هذه الكواكب نتيجة تباين الحرارة عبر قرص كوكبى بدائى. يكون القرص بالقرب من مركزه أكثر كثافة وسخونة وأقرب إلى النجم، ولا يتمكن من التكثف من الحالة الغازية إلى الحبيبات الجامدة إلا أثقل المواد - الصخور والمعادن - وهذه الحبيبات الجامدة تشكل البذور لعملية بناء الكواكب. وبالتالى فإن الكواكب التى تتكون هناك تنحو إلى أن تكون من النوع الأرضى.

على أنه عند مسافة معينة من مركز القرص نصل إلى نقطة تنخفض فيها الحرارة إلى الدرجة الكافية لأن تغير غازات، مثل النشادر، وثانى أوكسيد الكربون والميثان، من حالتها الغازية وتتكثف إلى جليد صلب. نجد فى سحب ما بين النجوم أن هذه المواد التى تسمى «المواد المتطايرة» (بمعنى أنها لا تتحول من غاز إلى جامد إلا عند درجات حرارة منخفضة جداً) تتوافر بقدر أكبر كثيرا من الصخور والمعادن، وهكذا يظهر ويتراكم الجليد بماله قدرة فى المناطق الخارجية الأبرد فى القرص الكوكبى البدائى. كل هذا القدر الإضافى من المواد المتطايرة عند الأطراف يتيح لما يتكون هناك من مصغرات الكواكب أن تتنامى لحجم كبير جدا وبما يصل إلى ما يزيد بعشرين مثل عن أى عالم أرضى. قبل أن تنتهى العوالم الصخرية قرب المركز من تناميها يسبق ذلك بزمن طويل أن تغدو لهذه العوامل الغازية الكبيرة كتلة بالغة الكبر حتى أن جاذبيتها تشد لداخلها غاز الهيدروجين والهيليوم مباشرة من القرص، كما تشد لداخلها أيضا ما يدور من مصغرات الكواكب الأخرى. العوالم الأرضية لا تصبح قط بكتلة كبيرة بما يكفى لممارسة هذا التأثير الجذبوى. هكذا فإن ما بدأ كرة من الصخر والجليد بعيدا عن النجم المركزى يغدو فى النهاية كرات ضخمة من غاز مضغوط تغلف قلوباً جامدة - أى تغدو العمالقة الغازية.

أمثلة من الكواكب وحجمها:

المريخ مثل الأرض كوكب من النوع الأرضى - كوكب صغير وصخرى وقطره يزيد بالكاد عن نصف قطر الأرض. بيئة المريخ من بين كل الكواكب الأخرى هى الأكثر شبها ببيئتنا فى كوكب الأرض. من الممكن أنه ربما تكون قد وجدت حياة على المريخ فى الماضى، بل وحتى حاليا. من غير المتوقع أن تكون الحياة على المريخ حياة كائنات ذكية، وأقصى ما يتوقعه العلماء وجود كائنات بيئية كالبكتريا.

نبتون مثلٌ للكواكب المصنوعة من غاز سائل، وهى كواكب تتنامى لحجم كبير، فى حين أن الكواكب من النوع الأرضى مثلنا تكون صغيرة وكثيفة.قطر نبتون هو ٤٩,٥٠٠ من الكيلومترات (٣٨٨٠٠ من الأميال) وهذا أعرض من الأرض بأربعة أمثال.

من العلماء الذين كان لهم دور مهم بشأن الكواكب سير وليام هرتشل (١٧٣٨ - ١٨٢٢) عالم الفلك الإنجليزى المولود بألمانيا. اكتشف هرتشل أول كوكب فى المنظومة الشمسية يدور وراء زحل، وسمى هذا الكوكب أورانوس، صنع هرتشل أكبر تلسكوب فى العالم وقتذاك وقطره ١,٢م (٤ أقدام)، وواصل بفضله العثور على أكبر قمرين لكوكب أورانوس، وكذلك العثور على قمرين لزحل.

الكويكبات:

تعد الكويكبات أساسا مصغرات كواكب، فهى تتخلف عن المادة التى تشكلت منها الكواكب، وهى بأحد المعانى «وحدات بناء الكواكب» التى لم تتمكن من أن تندمج معا لتشكل كوكبا واحدا، وذلك بسبب تأثيرات الاضطراب فى الجاذبية عند الاقتراب من المشترى.

هناك دائما إمكانية للعثور على كويكب يكون له مسار قد يصطدم بالأرض. حزام الكويكبات حلقة من أجرام غير منتظمة. تدور معظم الكويكبات فى هذا الحزام بين مدارى المريخ والمشترى. تم حتى الآن اكتشاف ما يزيد عن ١٠٠٠٠ كويكب كلها بأحجام مختلفة.

الأدلة:

منظومتنا الشمسية فيها نقطة بداية جيدة للنظر فى الأدلة التى تدعم ما ذُكر عن نظرية تكوين الكواكب والنجوم. كما هو متوقع فإن العوالم الأقرب من الشمس كلها صغيرة ومصنوعة من الصخر والمعدن. كذلك فإن الكواكب العملاقة - المشترى، وزحل، وأورارنوس، ونبتون - توجد على مسافات بعيدة من الشمس. هناك أدلة أخرى أيضا. يوجد ما بين مدارى المريخ والمشترى حشد مندفع من أنقض متقلبة - الكويكبات.وهذه أساسا مصغرات كواكب تخلفت من عملية بناء الكواكب. يوجد بالمثل فيما يتجاوز مدار نبتون عصابة أخرى من تكدسات حطام الجليد تعرف باسم حزام كوبر. بلوتو كوكب غريب الأطوار فى المنظومة الشمسية، كثيرا ما يعد كجرم كبير من حزام كوبر بأولى من أن يكون كوكبا حقيقيا. وأخيرا فإن المنظومة الشمسية أساسا مسطحة، بحيث تدور كل كواكبها (ما عدا بلوتو)

حول الشمس فى المستوى نفسه والاتجاه نفسه. هذا هو ما نتوقعه بالضبط إذا كانت المنظومة الشمسية قد تكوّنت من أحد الأقراص.

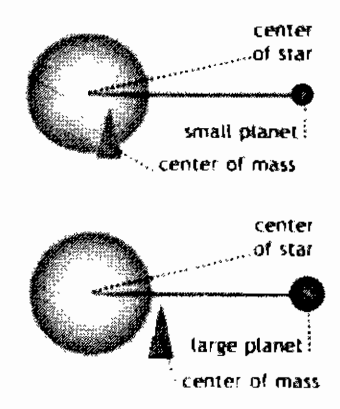
بل إن علماء الفلك فيما يضاف بعيدا عن ذلك، قد كشفوا أيضا بالبحث الدقيق عن دليل أكثر إقناعا على صحة نظرياتهم عن تشكيل النجوم: فقد رأوا بالفعل بأنفسهم أقراصا كوكبية بدائية. أحد أشهر أمثلة ذلك هو القرص المحيط بنجم اسمه بيتا بكتوريس فى كوكبة آلة التصوير Pictoris . كذلك فإن المرصد الفضائى هابل قد رصد فى زمن أحدث العديد من البروبليدات فى سديم الجوزاء العملاق فى الكوكبة التى لها الاسم نفسه.

اكتشاف كواكب أخرى:

كما أن علماء الفلك قد عينوا وحددوا موقع الأقراص الكوكبية البدائية، فإنهم أيضا قد وجدوا فى السنوات المعدودة الأخيرة عشرات من الكواكب التى تدور حول نجوم أخرى. أدت هذه الاكتشافات إلى أن أوقفت أخيرا التساؤل عما إذا كانت الكواكب شائعة أو نادرة، إلا أن هذا البحث الفلكى الذى يشبه أعمال التحرى عند الشرطة يعد بحثا أبعد من أن يكون سهلا، وهذا هو السبب فى أن علماء الفلك قد استغرقوا زمنيا طويلا لإثبات وجود عوالم أجنبية حقا .

المشكلة هى أنه لا توجد أى أجهزة يمكنها أن ترى بالفعل هذه الكواكب مباشرة - على الأقل حتى الآن. الكواكب لا تسطع بقدراتها الذاتية، وإنما هى تعكس ضوء النجم الأب كوهج معتم يسهل أن يصير غير مرئى بواسطة النجم الأب. وبالتالى فحيث إن هذه العوالم الخارج الشمسية (كما تسمى) لا يمكن عموما رؤيتها، فإنه لابد وأن يكتشفها علماء الفلك عن طريق تأثيراتها فى النجم الأب. إذا تكلمنا بمنتهى الدقة، فإن الكواكب لا تدور حول النجوم. وبدلا من ذلك فإن النجم والكوكب يدوران حول مركز كتلة مشترك بينهما - نقطة يتوازنان عندها إذا وصلنا بينهما بعصا كما فى قلب الميزان. وحيث إن النجوم أثقل كثيرا من الكواكب، فإن مركز الكتلة يكون عادة داخل النجم نفسه. وبالتالى فبينما يتبع الكوكب دائرة كبيرة حول مركز الكتلة، فإن النجم يتذبذب لاغير أماما ووراء مثل طفل يلعب بطارة «الهولاهوب»(*) . هذه الذبذبة هى الحركة التى تكشف عن وجود أحد الكواكب. إذا كان النجم بلا كوكب يدور حوله، فإنه يدور ببساطة حول محور مركزى ثابت تماما بلا ذبذبة.

(*) طارة لعب يضعها الطفل حول وسطه ويهتز داخلها ليجعلها تدور دائما من حوله. (المترجم)



العمالقة الخارج الشمسية:

استطاع علماء الفلك بفضل دراسات الطيف أن يعرفوا كيف تتحرك النجوم، وأدى رصد هذه الذبذبات لأول اكتشافات للكواكب خارج الشمسية في ١٩٩٥. عرفنا حتى الآن بوجود عشرات من النجوم التي تدور حولها كواكب. تدل الأبحاث على وجود كوكب واحد في معظم الحالات، على أن بعض الكواكب لديها على نحو مؤكد أكثر من كوكب واحد. وربما تكون النجوم كلها لديها أكثر من كوكب واحد. (من الممكن أن يكون هناك أيضا كواكب صغيرة، ولكنها تفلت من اكتشافها لانها ببساطة لا تخلق إلا ذبذبات صغيرة). دراسات الطيف لا تكتشف حاليا إلا الحركة الناتجة عن كواكب كبيرة جدا. حتى الآن، فكل ما عثرنا عليه من الكواكب خارج الشمسية هي عمالقة، تكون عادة أكبر حتى في كتلتها من أكبر كوكب في المنظومة الشمسية، أي المشتري. وعلى أي حال فإن التكنيكات تتحسن والأجهزة تتزايد طول الوقت في حساسيتها. تم بالفعل لكشف عن كواكب كتلتها وسط بين كتلة المشتري وزحل. والمسألة هي فقط مسألة وقت حتى يصل علماء الفلك إلى العثور على ما هو حتى أصغر من العوالم. على أنه من المشكوك فيه أن طريقة اكتشاف الكواكب عن طريق ذبذبة النجوم ستكون قط حساسة بالدرجة الكافية للعثور على أي شيء غير الكواكب العملاقة؛ إذا كان لعلماء الفلك أن يكتشفوا كواكب أرضية أخرى فإنهم سيحتاجون في ذلك لتكنيكات أخرى. ولعل الأمر كما تنبأ كريستوفر ورن (١٦٥٧) قائلاً، «سيأتي وقت يحدث فيه عندما يمد البشر بصرهم بعيدا أن يروا فيما ينبغي كواكب أخرى مثل أرضنا».

كواكب أرض أخرى:

إحدى الطرائق التي يرجح أنها ستثمر نتائج هي البحث عن كواكب فيما يسمى المرور العابر (ترانزيت). أثناء كسوف الشمس يمر القمر أمام الشمس وكنتيجة لذلك يسود الظلام فوق الأرض. وبالمثل، فإن كواكب عطارد والزهرة تمر دوريا أمام

الشمس – مرورات تسمى بالعابرة. دعنا نتصور كوكبا خارج شمسى يدور حول نجم بعيد، ولنتخيل أننا نرى المواد بما يكاد يكون عند الحافة، يمر الكوكب فى النهاية أمام النجم بما يسبب أن تنخفض مستويات الضوء انخفاضا طفيفا ثم تعود طبيعية بمجرد أن ينتهى المرور العابر. بعد ذلك فى بعض وقت لاحق عندما يكمل الكوكب دورة أخرى حول نجمه سيمر مرة أخرى مرورا عابرا. هكذا ستنتج سلسلة دورية من انخفاضات فى شدة ضوء النجم. على الرغم من أن هذه التغيرات ضئيلة، إلا أن علماء الفلك يستطيعون الكشف عنها بأحدث معداتهم حتى وإن لم يستطيعوا رؤيتها مرة أخرى. هذه الطريقة أكثر حساسية بالنسبة للكواكب الأكثر كتلة والأكبر حجما، ولكنها مما يمكن أن نتصور أنها تكشف عن عوالم أصغر كثيرا.

هناك طريقة أخرى للبحث عن الضوء الذى تعكسه الكواكب من نجومها. على أن مستويات ضوء الكواكب بعيدة عن إمكان اكتشافها بأى من الأجهزة المتاحة حاليا – وذلك فيما عدا تلك التى تأتى من كواكب كبيرة بعيدة عن نجومها ولا تضيع فى وهجها. ولكننا عن طريق الربط بين التلسكوبات الكبيرة فوق الأرض أو فى الفضاء يمكننا أن نحسّن دراميا من دقة التحدد عموما. توضع الآن الخطط لإنشاء مصفوفات من التلسكوبات فى الفضاء للعثور على الكواكب.



مولد الحياة

توجد الحياة فى كل مكان فوق الأرض. فهى موجودة فوق اليابسة، وفى الهواء، وفى المحيطات على أعماق لا يمكن أن تنفذ لها الشمس، بل وموجودة فى الصخر الجامد. وباختصار، الحياة موجودة فى مدى من ظروف تتباين تباينا مذهلا. نشأت أول أشكال الحياة البدائية بمجرد أن برد الكوكب بما يكفي. وبعد ذلك ظلت هذه الخلايا الأولية تتطور لتصل إلى التعقد الذى نراه الآن. على الرغم من هذا التنوع الثرى، إلا أن الحياة العضوية ما زالت تشغل عالما واحدا فقط. لا يوجد أى دليل مقنع على وجود حياة فى أى مكان آخر، لا فى منظومتنا الشمسية ولا فى الكواكب حول النجوم البعيدة. يصر بعض علماء الفلك على أن الحياة – بل والحياة الذكية – يشيع وجودها فى الكون له، الأمر ببساطة هو أن أحداً لا يعرف ذلك على وجه التأكيد.

تعريف الحياة:

يستطيع كل فرد أن يذكر الفرق بين الكائنات الحية والأشياء غير الحية، ولكن عندما يصل الأمر إلى أن نحاول بالفعل تعريف معنى الكائن الحى، سنجد أنه حتى أعظم العلماء يجدون صعوبة فى توفير إجابة عن ذلك . هناك خصائص محدودة لا تمتلكها إلا الكائنات الحية، ومدى من الوظائف التى لا تؤديها إلا المنظومات الحية. الكائنات الحية كلها من نبات وحيوان تأخذ الطاقة لداخلها مما يحيط بها وتستخدمها لتغذية أنفسها ولتناميها، وهى تستطيع أن تكاثر من أنفسها، وتستطيع أن تستجيب للمنبهات الخارجية، وتستطيع أن تتكيف لتفى بالشروط اللازمة لأن تظل باقية فى بيئة متغيرة. وأخيرا فإن أشكال الحياة كلها التى نعرفها تتكون من جزيئات تتأسس على عنصر الكربون. وسبب ذلك أن الكربون أكثر من أى عنصر آخر له القدرة على تكوين جزيئات كبيرة جدا. ولكنها أيضا مستقرة، هى جزيئات تتضمن حامض دى نواة أوكسى ريبونيوكليك (دنا) . دنا هو المادة الأساسية التى تكون الجينات أو المورثات فى نواج ةالخلية، وعن طريقه تعطى النواة التعليمات التى تتحكم فى كيمياء سيتوبلازم الخلية وتكوين المواد البروتينية التى تقوم بدور أساسى فى بناء الخلية وفى كيمياء حياتها. نستطيع تصور جزىء دنا على أنه سلسلة من المعلومات والتعليمات تحويها كل خلية حية. تقوم هذه التعليمات بأن تخبر الخلية بطريقة استخدام الطاقة من بيئتها المحيطة بها وبطريقة أدائها لدورها الفردى داخل الكائن الحى ككل.

إذا كانت كل أشكال الحياة تتأسس على الكربون فإن هذا لا يعنى أن كل الأشكال المؤسسة على الكربون هى بالضرورة أشكال حية. القلم الرصاص المعتاد يحوى عنصر الكربون ولكن الكربون هنا فى شكل غير عضوى.

نثر البذور:

أقدم ما يعرف من حفريات الكائنات الدقيقة ترجع إلى ما يقرب من ٣,٥ من بلايين السنين، بما يقل بمئات قليلة من ملايين السنين عن بدء تشكيل الأرض. يبدو إذن أن الحياة البدائية ظهرت بمجرد أن برد الكوكب إلى مستوى من درجات الحرارة التى يمكن الحياة فيها، أدى هذا الظهور السريع للحياة إلى أن يعتقد بعض العلماء أن المكونات الضرورية لذلك - ما يسمى بالجزيئات العضوية المصنوعة من الهيدروجين، والكربون والأوكسجين والنيتروجين - كانت كلها موجودة منذ البداية ولم تتكوّن فوق الأرض. إذا كان الأمر كذلك، فمن أين جاءت هذه الجزيئات العضوية؟ إحدى الإجابات الممكنة أن الأرض كانت قد بُذرت ببذور من الفضاء الخارجى. وجد علماء الفلك بالفعل عشرات من الجزيئات العضوية مطمورة فى سحب الغبار ما بين النجوم التى تتشكل منها النجوم والكواكب تتضمن أمثلة من ذلك سيانيد الهيدروجين والفورمالدهيد. من الممكن أن يكون السديم الذى نشأت منه المنظومة الشمسية سديما ممتلئا بهذه المكوّنات، وأنها انتثرت مبذورة فى الأرض ومهدت الطريق للتفاعلات البيوكيميائية.

طرح بعض علماء الفلك بدلا من ذلك أن هذه الجزيئات المعقدة هوت إلى الأرض فوق مذنبات ونيازك سقطت عليها أثناء تكوينها. كما أن هناك علماء آخرين يعتقدون أن هذه المذنبات والكويكبات لم تكن تحوى مجرد جزيئات عضوية، وإنما كانت تحوى أشكال حياة بالفعل، مثل بوغات بكتريا بسيطة، تكونت فوق كواكب بعيدة وحُملت إلى الأرض عندما فُجرت بعيداً شدف من هذه الكواكب بواسطة الاصطدام بنيازك. سفانت أرينيوس (١٨٥٩ - ١٩٢٧) كيميائى سويدى هو أول شخص طرح أن الحياة فوق الأرض ربما تكون قد نتجت عن بذور من الفضاء.اعتقد أرينيوس أن الحياة أتت من كائنات حية ضئيلة الحجم مطمورة فى جسيمات الغبار التى توجد فى المذنبات، وأتت إلى الأرض عندما اصطدمت هذه المذنبات منسحقة بكوكبنا منذ زمن طويل.

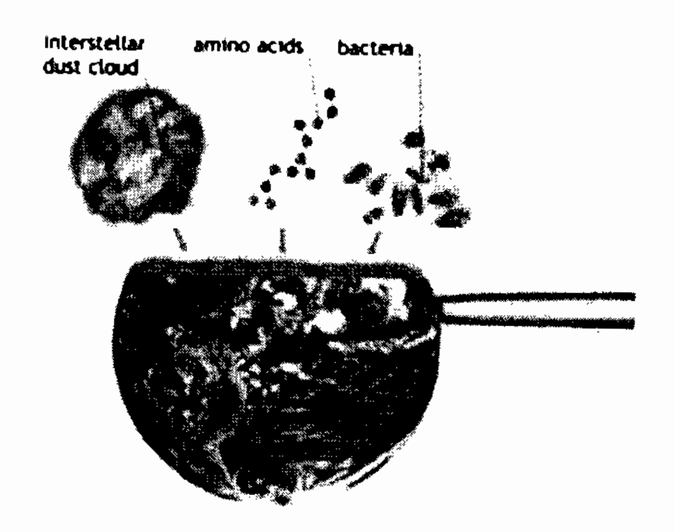
على أى حال فإن الأرجح هو أن الأرض فى زمن مبكر جدا كانت تؤوى فقط جزيئات عضوية ولا يوجد بها أى أشكال حية فعلا أتت من الفضاء.

أول أشكال الحياة:

بصرف النظر عن الطريقة التى نشأت بها هذه الجزيئات العضوية، فإنها سرعان ما

نظمت نفسها فى أشكال أكثر تركبا. خُفف تركيز الجزيئات العضوية فى المحيطات بسبب ما يوجد من مياه، فشكلت ما يشير إليه العلماء كثيرا على أنه الحساء الأولى. مع ما يوجد من حرارة عند تكوين الكوكب الصغير السن فإن هذه الحرارة تدفع بعض هذه الجزيئات التى تسمى بالأحماض الأمينية إلى أن ترتبط معا لتصنيع سلاسل من جزيئات تسمى بالبروتينات. ينشأ فى النهاية جزىء يستطيع أن يصنع نسخا بسيطا لذاته هو نفسه. وبعدها، فحتى تضمن الجزيئات بقاءها ينشأ جزىء متكاثر يحيط نفسه بجدار من البروتين ليشكل أول ما ظهر بأى حال من أغشية واقية للخلايا. وجود القدرة على التكاثر ووجود غريزة الوقاية والبقاء كلها دلائل أكيدة على الحياة. يحدث فى حيز صغير جداً من المكان والزمان، من وجهة النظر الجيولوجية، أن يتولد عن الحساء الأولى أول أشكال الحياة ذات الخلية الواحدة فوق الأرض.

هكذا فإن المكونات الممكنة للحساء الأولى تبدأ بسُحب غبار يُعرف أنها تحوى مركبات عضوية بسيطة ويمكن أن تصل للأرض. هناك أحماض أمينية يمكن أن تتطور من الجزيئات المؤسسة على الكربون التى تتخلق بالإشعاع فى طبقات الجو العليا، وتسقط الأحماض الأمينية بعدها إلى المحيطات. من المعروف أن البكتريا تشكل بوغات يمكن أن تقبع فى سبات لملايين السنين، وربما يحدث ذلك أثناء انتقالها فى الفضاء. يطرح البعض أن أشكال الحياة البدائية ذات الخلية الواحدة مثل البكتريا قد أتت للأرض بعد تشكلها فى كواكب بعيدة، وإن كان من المرجح أن هذه الأشكال قد نشأت بالتطور فى الحساء الأولى على الأرض.



التطور:

الكائنات الحية الأولى ستبدو مثل البكتريا أو الطحالب. كل ما يوجد الآن من الحياة فوق كوكبنا قد أتى من هذه البوغات الأولى البسيطة. مفتاح هذه الأحداث

الهائلة من التحول الحيوى والتنوع هو التطور. التطور هو عملية تكيف الأحياء لبيئتها المتغيرة، وهى عندما تفعل ذلك تصبح «أكثر صلاحية» - أى أفضل تجهيزاً للبقاء كما تصبح أكثر تعقدا. ما يسوق التطور هو طفرة الجينات والانتخاب الطبيعى. حتى نعرف طريقة عمل التطور، دعنا نتخيل قطيعا من حيوانات الزراف تعيش على الأشجار فى الغابة. لا توجد ذرية يكون أفرادها صورة طبق الأصل من الوالد - وسبب ذلك هو اختلافات طفيفة، أو طفرات عشوائية فى جيناتها. هذا هو السبب فى أن الزراف البالغة يكون بعض أفرادها برقبة أقصر بينما هناك زراف أخرى لها رقبة أطول. إذا نمت الأشجار فى المنطقة بحيث تزيد طولا تغدو الأغصان على المستوى المنخفض أكثر ندرة . لن يستطيع أفراد الزراف قصيرة الرقبة أن تصل إلى الأغصان العالية. ستواجه هذه الأفراد بنقص فى طعامها وقد يتعرض الكثير منها للموت جوعا. يحدث مع مرور أجيال كثيرة أن الكثير من أفراد الزراف قصيرة الرقبة ستموت قبل أن تتكاثر، ويصبح ما فيها بالذات من طفرة جينية طفرة تتزايد فى ندرتها. أما أفراد الزراف طويلة الرقبة فهى مكيفة أفضل وتصبح هى الأفراد التى تبقى حية وتتمكن من التكاثر وأن تمرر جينات رقبتها الطويلة للأجيال التالية. وكما يقول العلماء فإن هناك هكذا «انتخاب مضاد» لأفراد الزراف قصيرة الرقبة يؤدى إلى أن تطور العشيرة تدريجيا رقابا أطول.

تشارلز داروين هوصاحب نظرية التطور، وقد بين فيها أن الحيوانات تتكيف لبيئتها فتحدث فيها تغيرات كنتيجة للطفر العشوائى تتعدّل بواسطة عملية الانتخاب الطبيعى.

هل هناك حياة فى مكان آخر؟

الحياة الآن أكثر تعقدا إلى مالا نهاية عما كانت عليه عند أول ظهورها. ولكن ماذا عن الحياة فى مكان آخر؟ هل توجد حياة فى مكان آخر؟ الإجابة هى ببساطة أننا لا نعرف.يوضح بعض العلماء أن الحياة رسخت على الأرض بمجرد أن أمكنها ذلك، وأن هذه الأحداث نفسها لابد وأنها حدثت فى مكان آخر، لأن هناك أعدادا لا حصر لها من الكواكب الأخرى لابد وأن أحدها فيه حياة مثلنا. إلا أن هناك علماء آخرين ينادون بأن أول جزيئات ناسخة لنفسها قد نشأت عن أضأل نسب من الاحتمالات، وأنه من غير المرجح أن يحدث الشيء نفسه فى مكان آخر. هكذا فإن احتمال وجود أى حياة ذكية فى كوكب آخر يعد احتمالا ضئيلا لن يحدث إلا فى عدد محدود من الكواكب لصعوبة شروط نشأة الحياة وتطورها للذكاء. يسمى هذا الرأى بالمبدأ الإنسانى الضعيف الذى يرى إمكان وجود حياة ذكية ولكن فى عدد

قليل من الكواكب الأخرى. على أن هناك علماء يصرون على أن الحياة الذكية لا توجد إلا على أرضنا وحدها، ووجودها مؤكد لأننا ها هنا موجودون ونتساءل عن هذه الحياة، ويسمى هذا بالمبدأ الإنسانى القوى، وينتقده البعض لأن فيه عودة للنظريات القديمة غير المقبولة التى تنادى بأن الإنسان فى الأرض هو مركز ومحور الكون كله.

ومع ذلك لو فرضنا جدلا أن الحياة تنتشر عبر الكون كله، ما هى احتمالات أن يكون أى من هذه الأشكال من الحياة الغريبة عنا له ذكاء؟ تعتمد الإجابة عن ذلك على التطور. التطور لا يقتصر مفعوله على أنه يغير الصفات الفيزيقية كطول رقبة الحيوان أو سرعة هربه من المفترسين، فالذكاء أيضا صفة لابد لها من أن تظهر بالتطور. الأفراد الأولى من عائلة الإنسانيات عندما يكون لديها القدرات العقلية لالتقاط غصن تستخدمه كسلاح ضد الفهد ذى الناب السيف(*)، فإنها هكذا يكون لديها ميزة للبقاء تفوق الأفراد الأخرى بعائلة الإنسانيات الذين يحاولون لا غير أن يسبقوا النمر المفترس عدوا. وبالتالى يمكن المحاجة بأن الحياة إذا كانت قد نشأت فى مكان آخر وظلت باقية، فإنها ستتطور بالضرورة لتشكل ذكاء تنشأ عنه حضرة قد تعرف الراديو. استخدم علماء الفلك فى السنوات الأخيرة تليسكوبات بالراديو للاستماع إلى أى رسائل قد تصل من الفضاء. يتفاءل البعض بأنه إذا وجدت هذه الحضارات بالفعل فى مكان ما، فإننا سوف نجدها خلال عقود قليلة، بل إن وكالة ناسا لأبحاث الفضاء قد أنشأت فرعا لإجراء الأبحاث عن وجود ذكاء فى مخلوقات خارج الأرض، ومخصورة اسمها بالإنجليزية هى SETI (سيتى). يعمل فى هذا المشروع متطوعون فى كل مكان يستخدمون كمبيوتراتهم بحثا عن أى بث بالراديو لأنماط إشارية قد تدل على مصدر فضائى من كائنات ذكية.

نقاط أساسية:

* تتكون كل أشكال الحياة من جزيئات تتأسس على الكربون.
* نشأت أول أشكال الحياة على الأرض من «الحساء الأولى».
* التطور هو عملية تكيف الأحياء للبيئة المتغيرة.
* نشأة الحياة وتطورها إلى ذكاء تنشأ عنه حضارة أمر صعب للغاية ولا يتم إلا بشروط غاية فى الدقة، لا تحتمل أى تغير. وكمثل، لو تغيرت الجاذبية على الأرض تغيرا بسيطا أو لو كان وزن أو شحنة مكونات الذرة مختلفا أقل اختلاف لتغيرت الظروف الرهيفة التى تنشأ فيها الحياة، فلا تظهر الحياة بالمرة أو تظهر على نحو بدائى لتبيد مختفية قبل تطورها إلى شكل أرقى.

(*) فهد منقرض له ناب طويل. (المترجم)

داخل المجهول

علم الفلك علم دينامى متغير يمكن أن ينتج عن الاكتشافات الجديدة فيه أن تقود علماء الفلك داخل المجهول. تؤدى أوجه التقدم التكنولوجى إلى أرصاد أكثر دقة، كانت تعد ذات مرة مستحيلة تكنولوجيا. كثيرا ما تعنى هذه الأوجة الجديدة من التقدم أن تُنبذ نظريات قديمة وأن تُعتنق نظريات جديدة – حتى الوقت الذى يلزم فيه أيضا أن تُهجر هذه الأخيرة أو تراجع. هاكم البعض من أحدث الأفكار عن الكون الذى نعيش فيه. قُدمت فكرة جديدة نسبيا بأن الكون لا يقتصر حاله على أنه يتمدد وحسب، ولكنه أيضا يتمدد بسرعة متزايدة. إذا كنا نعيش فى كون تتزايد سرعته، سنكون في حاجة لما يفسر لنا هذا التسارع – السبب الأكثر ترجيحا فى وقتنا هذا هو فيما يُعتقد وجود طاقة مظلمة(*) ، النظرية البديلة للكون المتسارع هى فكرة أن سرعة الضوء تتغير بمرور الوقت. العلماء بجانب بحث هذه الأفكار يبحثون أيضا أمر وجود أكوان طفلة، والثقوب الدودية، والسفر فى الزمان، ثم السؤال النهائى عن طريقة انتهاء الكون. على الرغم من أن الكثير من هذه الأفكار قد يبدو غريبا، إلا أنها تؤخذ مأخذا جديا جدا فى علم الكون. والواقع أن هذه النظريات والأفكار نشأت نتيجة أن نظرية الانفجار الكبير، وإن كانت لا تزال النظرية المعيارية، إلا أن فيها بعض أوجه نقص أو ثغرات بحيث لا تجيب عن كل الأسئلة. وبالتالى ظهرت لسد هذه الثغرات نظريات كالأوتار الفائقة ونظرية إم (M) وتعدد الأبعاد لأكثر من أربعة بما قد يصل إلى عشرة أو عشرين بعدا. وهذه كلها أفكار لم تثبت كنظريات راسخة، حتى أن الفيزيائى شلدون جلاشو الحائز على جائزة نوبل قال عنها هو وعلماء آخرون أنها نظريات تشبه بعض هراء اللاهوتيين فى العصور الوسطى وبعيدة عن العلم.



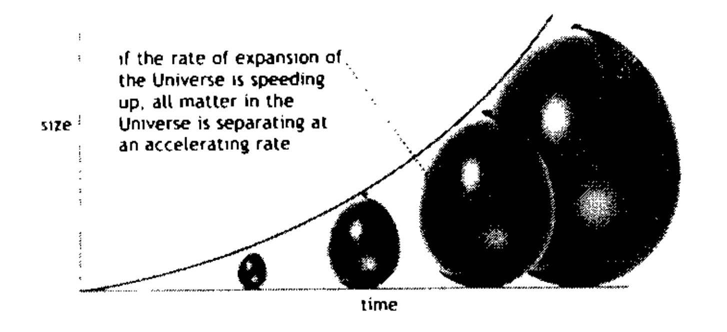
(*) الطاقة المظلمة طاقة لا تُرى ولكن يُحس بتأثيرها، وهى تختلف عن المادة المظلمة. (المترجم)

طبيعة الكون

تظهر بين آن وآخر نظرية جديدة أو بعض معطيات حديثة تغير تماماً من طريقة نظر علماء الفلك للكون. كان يعتقد ذات يوم أن الفضاء يتكوّن فقط من الكواكب، والنجوم، والمجرات. ثم أتى الكشف عن أن الكثير من مادة الكون، بل معظم مادة الكون، هى مما لا يمكن رؤيته – وأنه إزاء كل كتلة نستطيع رؤيتها فى الكون، هناك ما يزيد عن عشرة أمثالها من مادة مظلمة لا يمكننا رؤيتها. فرض هذا الاكتشاف إعادة التفكير بطريقة راديكالية فى الافتراضات القديمة فى مناطق كثيرة من علم الفلك. يوجد حاليا اكتشاف آخر ربما له حتى تأثير أكبر فى تفكير العلماء. هل يمكن بالفعل أن يكون معدل سرعة تمدد الكون عجلة تسارع؟

الكون المتسارع:

يعرف علماء الفلك أن الكون يتمدد. يعنى هذا أن إشعاع الخلفية الذى يملأ الكون قد ظل يمتط أو «يزاح إزاحة حمراء». وهكذا فإن الضوء الآتى من المجرات البعيدة يخبر نفس التأثير من المط. على أن آخر النتائج تشير إلى أن التمدد يتسارع بالفعل. فى الأحوال العادية، كلما كانت إحدى المجرات تقع على مسافة أبعد،



يستغرق ضوءها زمنا أطول ليصل إلينا. يستمر الكون فى التمدد بعد أن يترك الضوء المجرة، وبالتالى فإن الضوء عندما يصل للأرض يكون قد أزيح إزاحة حمراء أكثر. قياس الإزاحة الحمراء هو قياس لمسافة البعد، ولكن هذا فيه افتراض بأن الكون يتمدد بسرعة ثابتة، وربما لا يكون هذا حقيقيا. دعنا نفترض أن الكون كان يتمدد فيما مضى بسرعة أبطأ. إذا كان الأمر هكذا، سيكون الضوء الآتى من المجرات البعيدة قد أزيح إزاحة حمراء بمقادير صغيرة. فلنتذكر أن الإزاحة الحمراء كلما كانت بمقاييس صغيرة فإن هذا يدل على مسافة بعد صغيرة، وبكلمات أخرى إذا افترضنا أن التمدد كان فيما مضى أبطأ، تكون إذن قياسات المسافات إلى المجرات القصية البعد

كلها قياسات تقل عن المسافات الحقيقية. أمكن الحصول على دعم لفكرة الكون المتسارع عن طريق رصد السوبرنوفات فى المجرات البعيدة جدا. فهى كلها تبدو معتمة بدرجة أكثر كثيرا من أن تكون على البعد الأقرب الذى تطرحه إزاحتها الحمراء. هناك نظريتان لتفسير ذلك إما بالطاقة المظلمة، أو بتغير سرعة الضوء.

الطاقة المظلمة:

سرعان ما تم اكتشاف المزيد من السوبرنوفات المعتمة إعتاما غير نمطى، الأمر الذى أضاف أهمية للفكرة الخلافية التى تنادى بأن الكون يتحرك متمددا بسرعة متزايدة. أصبح ما نحتاجه بعد ذلك هو الوصول إلى تفسير لما يسبب تسارع التمدد. للتوصل لذلك خرج بعض العلماء بمفهوم يسمى بالطاقة المظلمة، وهم ينادون بأن الكون ملىء بمجال طاقة غامضة تسلك كقوة تنافرية بمقياس كبير أو هى قوة ضغط سلبى، لها الشدة الكافية لأن يكون لها مفعول مضادا للجاذبية. بينما تحاول الجاذبية أن تشد معا كل مادة الكون، فإن الطاقة المظلمة لا تكتفى بأن تقاوم هذا الشد، ولكنها أيضا تسبب أن يرتد الزمكان منفصلا بسرعة أكبر وأكبر. إذا كان الأمر هكذا، سنجد إذن أن أكثر من ٧٠ فى المائة من كتلة الكون يمكن أن يكون مطمورا فى شكل طاقة فى صميم نسيج الزمان. بمعنى أن الزمكان نفسه قد يكون له كتلة. المادة التى نستطيع رؤيتها بالفعل فى شكل نجوم ومجرات وسدم وكواكب قد تكون فحسب نسبة مئوية قليلة من إجمالى المادة التى فى الكون.

أينشتين والزمكان وتمدد الكون: فى ١٩٠٥ طرح أينشتين (١٨٧٥-١٩٥٥) نظريته عن النسبية الخاصة التى ثورت أفكارنا عن المكان والزمان. حسب هذه النظرية يرتبط المكان والزمان معا لصنع كيان واحد له أربعة أبعاد يعرف باسم الزمكان. بدلا من أن نمثل موضع أحد الأجرام فى ثلاثة إحداثيات (الارتفاع والعرض والطول)، فإن موضع الجرم يتمثل بإضافة إحداثى رابع أيضا هو الزمان. وبالتالى فإن تحديد موضع جرم فى الزمكان لا يعتمد فقط على أين يوجد فى المكان، وإنما يعتمد أيضا على متى يوجد هناك فى الزمان. يقول علماء الفلك أن هذا الزمكان منحنى، وأن انحناءه يزيد بالقرب من الكتل المدموجة مثل الثقب الأسود. مع مفهوم الزمكان هناك نموذج جديد للجاذبية. يُشبَّه الزمكان بملاءة من المطاط وتشبه النجوم بأنها كرات ثقيلة. تؤدى هذه الكرات إلى انبعاج المطاط وإلى أن ينحرف مسار الأجرام الأصغر - حيث تتحرك تجاه الأجرام الأكبر، وهذه هى الجاذبية.

ما لبث أينشتين أن طرح فى ١٩١٥ نظريته عن النسبية العامة، استنتج العلماء، مثل ألكسندر فريدمان الروسى وجورج ليسيتر البلجيكى، أن الكون كنتيجة لنظرية

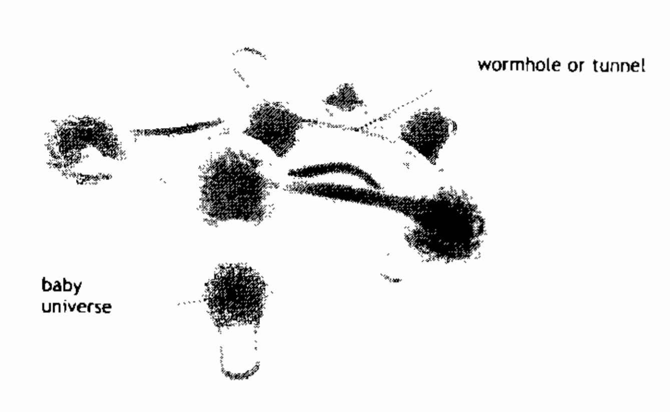
أينشتين قد يتمدد وينكمش . بدا هذا الاستنتاج غريبا وقتها حتى بالنسبة لأينشتين نفسه لأن الرأى السائد حينذاك هو أن الكون ثابت أو إستاتيكى. هكذا أدخل أينشتين على معادلاته تعديلا أسماه الثابت الكونى ليجعل الكون ثابتا دائما. برهن إدوين هابل فيما بعد على أن الكون يتمدد وليس ثابتا، وذلك بأدلة من رصد المجرات وقياس إزاحتها الحمراء. اعتذر أينشتين عن موقفه السابق قائلاً إن هذا كان أعظم خطأ له. على أنه يبدو الآن أن هذا الثابت قد لا يكون خطأ كله، وقد يكون هناك حقا ثابت كونى له تأثير تنافرى مضاد لتأثير المادة التجاذبى.

سرعة الضوء المتغيرة:

هناك نظرية أخرى لتفسير تسارع الكون غير نظرية الطاقة المظلمة. تنادى هذه النظريــة البديلة بأن سرعة الضوء تزداد بطءاً. هاكم طريقة ذلك. دعنا نفترض أن الضوء كان يتحرك فيما مضى بسرعة تزيد بنسبة ١٠ فى المائة عن سرعته الحالية. إذا كان الأمر هكذا، فإن الضوء الآتى من إحدى المجرات التى تبعد عنا بعشرة بلايين سنة ضوئية سيصلنا فى تسعة بلايين من الأعوام. حيث إن الفضاء يتمدد، فإن الإزاحة الحمراء تتزايد بمرور الوقت، وسيكون الضوء الآتى من المجرة مزاحا إزاحة حمراء برقم يناظر تمدد الكون عبر هذه الرحلة من التسعة بلايين سنة. عندما يقيس علماء الفلك الإزاحة الحمراء سوف يستنتجون مسافة بعد من تسعة بلايين سنة. علـى أنه حيث إن مسافة بعد المجرة هى بالفعل ١٠ بلايين سنة ضوئية، فإن المجرة ستبدو أعتم مما ينبغى أن تكون عليه حسب المسافة المستنتجة. وهكذا طرح بعض علماء الكونيات أن السبب فى أن تلك السوبرنوفات الحديثة المنحرفة قد تظهر بأعتم مما تطرحه قياسات الإزاحة الحمراء هو لأن سرعة الضوء هى الآن أبطأ مما كانت عليـه، وليس لأن الفضاء يتمـدد الآن بسـرعة أكبر. يؤدى كلا التفسيرين للنتيجة نفسها.

الاكوان الطفلة:

إحدى الأفكار الجديدة هى أن كوننا قد يكون مجرد كون واحد من عدد لا نهائى من الأكوان. حسب نظرية أينشتين عن النسبية العامة يمكن لأحد الثقوب السوداء أن يكون بوابة تؤدى لكون آخر، وأى مادة يبتلعها الثقب الأسود يمكن أن تمر من خلاله لتدخل إلى منطقة «خارجية» من الزمكان. يظهر هذا الزمكان الجديد «كفقاعة» تتبرعم خارجة من كوننا، ويشير لها علماء الكونيات على أنها كون طفل.



فى كل مرة يظهر فيها ثقب أسود فى كوننا، فإنه قد يؤدى إلى مولد كون آخر طفل، لا يلبث أن يتنامى إلى مرحلة النضوج. ربما يكون كوننا متصلا بواسطة الثقوب السوداء إلى عدد لا يحصى من الأكوان – وربما يكون كل واحد منها متصلا بالآخرين وذلك عن طريق ثقوب دودية أو أنفاق زمكانية. من الممكن أن كوننا كان ذات يوم كونا طفلا تخلّق عندما تشكل ثقب أسود فى كون آخر. هناك علماء كثيرون يأخذون هذه الفكرة مأخذا جديا – وهى إحدى نتائج رياضيات النسبية العامة. إلا أن هذه كلها أفكار لم تثبت عمليا ولم يرصد أحد بالفعل أى ثقب دودى أو كون طفل.

الثقوب الدودية والسفر فى الزمان:

إحدى نتائج رياضيات النسبية العامة هى الثقوب الدودية – الأنفاق التى تؤدى من ثقب أسود فى أحد الأكوان إلى مكان آخر فى الكون نفسه. وهكذا فإن المادة التى تهوى داخل ثقب أسود يمكن أن تخرج فى الكون نفسه، وإن كانت تخرج عند مكان مختلف. لا يقتصر الأمر على اختلاف المكان، وإنما من الممكن أن نجد أن الفترة الزمنية عند إحدى نهايتى الثقب الدودى لا تكون بالضرورة نفس الفترة عند نهايته الأخرى. تثير هذه الفكرة إمكان السفر بسرعة إلى الأجزاء البعيدة من الكون، وكذلك أيضا السفر أماما ووراء فى الزمان، وإن كان هذا من غير المرجح إلى حد كبير.

رحلة فى اتجاه واحد: إحدى عيوب استخدام الثقب الدودى للسفر فى المكان والزمان هى أن أى شيء تكون له كتلة سوف يسبب أن ينغلق الثقب الدودى بسرعة قصوى، الأمر الذى قد يجعل من غير الوارد قيام رحلة للعودة.

نهاية الكون

افتتحنا هذا الكتاب بسؤال هو: من أين أتى الكون؟ حان الآن الوقت لأن ننظر في أمر الطرف الأقصى الآخر، فنتأمل مصير الكون النهائى. هناك ثلاث نهايات ممكنة للكون – أو على الأقل فإن هذا هو ما يبدو حاليا. إما أن الكون سيواصل تمدده إلى الأبد، أو أنه سيعكس الأمر ذات يوم ويبدأ في التقلص، أو أنه سوف يتذبذب بين التمدد والانمكاش. النهاية التى ستحدث بالفعل من هذه النهايات الثلاث أمر يعتمد على شيء واحد فقط: إجمالى جاذبية المادة فى الكون.

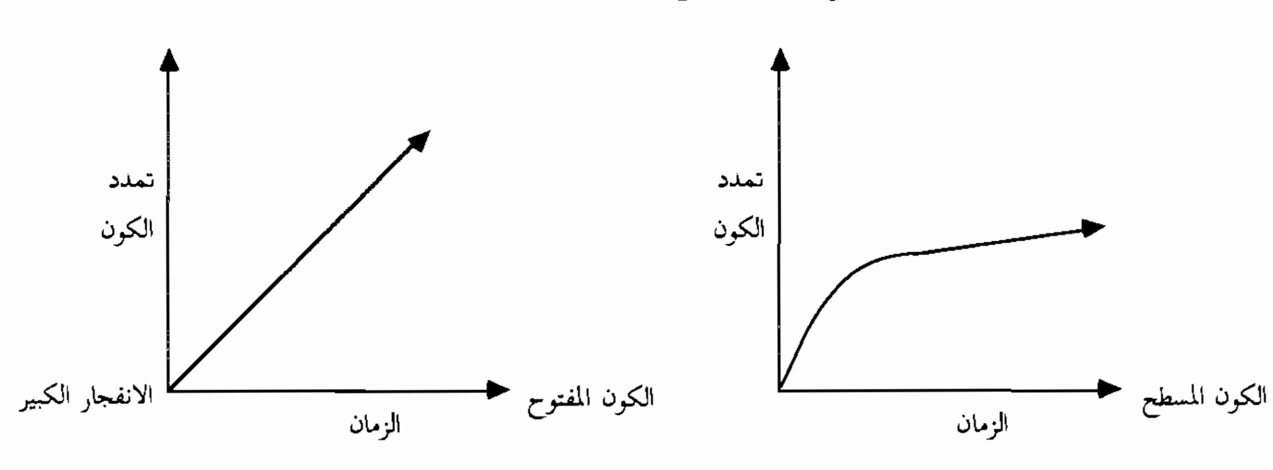
الكثافة الحرجة:

على الرغم من أن الكون يتمدد، إلا أن جاذبيته تحاول دائما أن تشد كل شيء معا للوراء ثانية. عندما يُطلق صاروخ من الأرض يكون عليه أن يتحرك بسرعة تقرب من ١١ كيلو متر فى الثانية (٧ أميال فى الثانية) حتى يفلت من الكوكب ويتجه للفضاء. إذا فشل الصاروخ فى الوصول إلى هذه السرعة فإنه يسقط ثانية للأرض. أما إذا أُطلق صاروخ من المشترى فإن عليه أن يصل إلى سرعة أكثر كثيرا ليفلت من المشترى لأن هذا الكوكب له جاذبية أكبر. هيا نحاول الآن أن نتصور الكون المتمدد كصاروخ ينطلق من أحد الكواكب. كما أن جاذبية الكوكب تحدث مفعولها فى الصاروخ وتحاول أن تعكس حركته، سنجد بمثل ذلك تماما أن جاذبية كل المادة التى فى الكون نفسه تحدث مفعولها بأن تحاول أن تجعل كل المجرات تعكس اتجاهها. وكما هو الحال تماما مع الصاروخ فإن نجاح الجاذبية فى مفعولها يعتمد على النسبة بين قوة الجاذبية وقوة الدفع لأعلى. وبالإضافة فإن السؤال عما إذا كانت جاذبية الكون كافية لعكس تمدده أمر يعتمد على كثافة الكون – أو على مدى تقارب مجراته معا. إذا كانت كثافة الكون أقل من كثافة حرجة معينة، تكون الجاذبية بالغة الضعف ويواصل الكون تمدده للأبد.

أهو كون مفتوح أم مسطح؟

يتحدث علماء الفلك عن كون «مفتوح» عندما يشيرون إلى كون يتمدد إلى الأبد. فى هذا النمط من الكون لا يوجد من المادة القدر الكافى لإيقاف التمدد. وهكذا يواصل الكون تمدده حتى درجة الخواء الكامل. أما فى نمط الكون «المسطح» فالكون يتمدد أيضا إلى الأبد، ولكنه يظل دائما على شفا التوقف عن التمدد. يبدو أن الأمرين مستمران للأبد، وهذا بطريقة ما حقيقى. الكون المسطح لابد وأنه قد تمدد بسرعة قصوى أثناء فترة مبكرة من تاريخه. على أنه إذا كان الكون قد

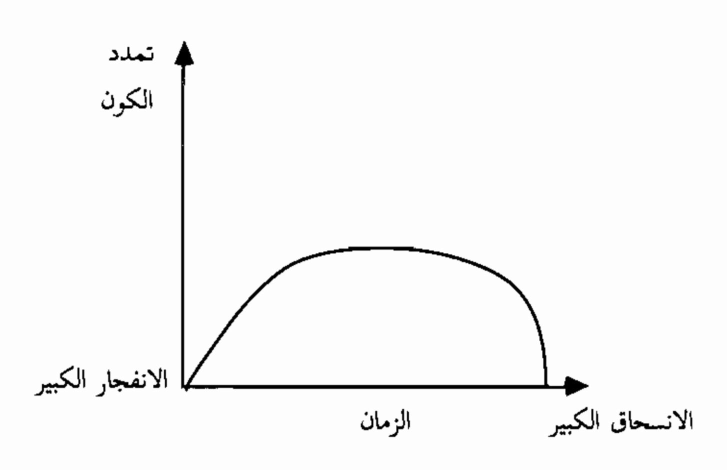
يستمر للأبد، إلا أن الكواكب، والنجوم، والمجرات لا تبقى للأبد. مع مولد المزيد من النجوم ثم موتها، تأخذ مادة الكون فى أن تُستنفد ببطء. سيحدث ذات يوم أن يموت آخر نجم، ولن تكون هناك بعدها أى مادة لتصنع نجوما أخرى. ما يتبقى من النجوم الميتة سيحدث لها ببساطة أن تبرد وتضمحل مختفية عن الأنظار - وإن كان لن يوجد هناك أحد حولها لينظر إليها. هذا أمر كئيب، على أن المصير النهآئى سيكون حتى أسوأ ذلك أن الأمر لا يقتصر على أن النجوم والمجرات هى وحدها التى تعيش فى الوقت الضائع، وإنما هناك أيضا الجسيمات تحت الذرية التى تُصنع منها النجوم والمجرات - وكلها على نحو متأصل غير ثابتة على المدى الطويل. سيحدث عند نقطة معينة من المستقبل البعيد، سواء كنا نعيش فى كون مسطح أو مفتوح، أن تضمحل كل المادة إلى إشعاع، لتتوقف عن الوجود. سيستمر وجود الزمكان نفسه، لكن لن يتبقى هناك أى شيء فيه.



الانسحاق الكبير:

مع الأفكار الحديثة بأن تمدد الكون يتسارع، سيكون من الممكن جدا أننا نعيش بالفعل فوق كون مفتوح. الإمكان البديل هو أن تكون كثافة الكون أكبر من الكثافة الحرجة وأن يكون الكون «مغلقًا». فى هذا النمط سيحدث ذات يوم أن تنجح الجاذبية فى إظهار مفعولها وتتغلب على التمدد، وعندها يأخذ الكون فى التقلص للداخل. هناك نهايتان ممكنتان فى هذا النمط. يمكن للكون أن يتقلص ثانية إلى نقطة واحدة - محاكيا على نحو عكسى الانفجار الكبير - ثم يتوقف الكون عن الوجود. يشار إلى هذا الوضع بأنه الانسحاق الكبير، حيث يصل الكون لنقطة النهاية بكثافة لا نهائية، وتسمى هذه «نقطة أوميجا». أو بدلا من ذلك فإن هناك نمطا آخر لا يتم فيه قط الوصول إلى «نقطة أوميجا» . فى هذا النموذج يحدث ذات يوم أن يعكس التقلص اتجاهه ثانية، ويستأنف الكون تمدده، ويظل إلى مالانهاية فى دورات ما بين حالتى التقلص والتمدد:

أيا ما يكونه من بين هذه الأوضاع الوضع الذى ينطبق على الكون الحقيقى، فإن الوقت بكل تأكيد يعمل فى صفنا نحن حسب مدى ما نعرفه، وبتسلحنا بفهمنا الحالى للكون، ندرك أنه لن يحدث حقا أى شىء عنيف متطرف لكوننا على مدى زمن طويل جداً جداً.





معجم إنجليزى عربى (*)

A

- Absolute zero:

الصفر المطلق: أقل حرارة يمكن التوصل لها فيزيقيا. وهى تقابل – ٢٧٣°م

- Accretion:

التحام: العملية التى يتم بها بناء الكواكب من شظايا تتزايد حجما فى قرص حول نجم صغير السن.

-*Anthropic Principle:

المبدأ الإنسانى: نحن نرى الكون بما هو عليه لأنه لو كان مختلفا لما كنا هنا لنرقبه. حسب المبدأ الإنسانى القوى لا توجد حياة إلا فوق الأرض وحدها حيث تتوافر الشروط الدقيقة الرهيفة لذلك، والتى لا يمكن توافرها فى كوكب آخر. المبدأ الإنسانى الضعيف يرى أنه مع وجود عدد هائل من الكواكب يمكن أن تنشأ الحياة الذكية فى عدد منها وإن كان قليلا.

-Anti matter:

المادة المضادة: مادة جسيماتها الأساسية لها خصائص، كالشحنة الكهربائية والبرم، تكون عكس ما فى المادة الطبيعية. وكمثل، نجد للإلكترون جسيم مادة مضادة يكافئه هو البوزيترون الإيجابى الشحنة.

- * Asteroid:

كويكب: جرم سماوى من كتلة غير منتظمة الشكل من المعدن أو الصخر، وأصغر من الكوكب وله مدار حول الشمس، بعض الكويكبات يهدد مسارها أحيانا بالاصطدام بالأرض.

- Asteriod belt:

حزام الكويكبات: شريط من الكويكبات موجود بين مدار مارس والمشترى.

- Atom:

الذرة: أصغر وحدة يمكن أن يختزل لها أحد العناصر ويظل يُتعرف عليه على أنه ذلك العنصر، تتكون الذرات من قلوب بشحنة موجبة تدور من حولها إلكترونات سالبة.

B

- Baby Universe:

الكون الطفل: كون يخرج كبرعم من كون آخر من خلال نفق زمكان، وربما يدخل من خلاله ثقب أسود.

- Big bang:

الانفجار الكبير: حدث تكوّن فيه المكان، والزمان، والمادة، فتكونت كلها منذ ١٢ إلى ١٥ من بلايين السنين.

-* Binary Stars:

نجوم ثنائية: منظومة من نجمين يدور أحدهما حول الآخر.

- Black hole:

ثقب أسود: منطقة من الفضاء لها جاذبية بالغة القوة حتى أن شيئًا لا يستطيع الإفلات منها، ولا حتى الضوء.

- *Blue giant:

عملاق أزرق: نجم من نوع نادر عند الطرف الأعلى من مقاييس النجوم، وتزيد كتلته عن عشرة أمثال كتلة الشمس، وتزيد حراراته عن ٥٠٠°م فيكون شديد الضياء.

(*) الكلمات والمصطلحات فى هذا المعجم وردت فى معجم إنجليزى – انجليزى بآخر الكتاب الإنجليزى، وقد أضفنا إليها البعض الآخر مما قد يهم القارىء العربى، والكلمات المضافة عليها علامة نجمية. (المترجم)

D

- Dark energy:

الطاقة المظلمة: شكل من الطاقة يُعتقد أنه مطمور فى الداخل من الزمكان ويسبب أن يتسارع تمدد الكون.

- Dark matter:

المادة المظلمة: شكل من المادة يُكتشف بطريقة غير مباشرة، ولكن علماء الفلك يعرفون أنها لابد وأن تكون موجودة بسبب تأثيراتها الجذبوية.

- DNA

دنا، جزىء الحياة: يتكون أساسا من الكربون، ويعطى التعليمات للخلايا المفردة حتى تستخدم الطاقة لأداء دور الخلية الخاص بها فى الكائن الحى.

- Doppler effect:

ظاهرة دوبلر: إزاحة وتغيير طول موجة صوت أو ضوء تنتج عن الحركة النسبية بين الملاحظ ومصدر الصوت أو الضوء.

E

- Electromagnetic spectrum

الطيف الكهرومغناطيسى: المصطلح الذى يستخدم لتوصيف كل شريط الإشعاع الذى يشمل موجات الراديو، وتحت الحمراء، والضوء، وفوق البنفسجية، وأشعة إكس، وأشعة جاما.

- Electron:

الإلكترون: جسيم تحت ذرى بشحنة سالبة، يوجد عادة وهو يدور حول نواة إحدى الذرات.

-*Emission nebule

سديم انبعاث: سديم يتوهج بالضوء الآتى من نجم قريب.

- *Blueshift:

الإزاحة الزرقاء: إزاحة فى طول موجة مصدر للضوء تتجه إلى المنطقة الزرقاء من الطيف، وتظهر هذه الإزاحة عندما يتحرك الجرم الذى يبث الضوء مقتربا من الراصد. تنتج هذه الإزاحة عن ظاهرة دوبلر.

- *Brightness (of a star):

درجة النصوع أو اللمعان لأحد النجوم، وتستخدم لقياس بعده.

C

- Carbon:

الكربون: رابع أكثر العناصر وفرة فى الكون. الكربون مهم فى التركيب النووى ويشكل أساس كل ما يعرف من الحياة.

- Cepheid variables:

المتغيرات القيفاوية: نوع من النجوم ينصع ويعتم على فترات دورية، وبمقارنة هذه الفترات بنصوع النجم يمكن إثبات مسافة بعده.

- Cluster:

حشد، تجمع عنقودى: مجموعة من النجوم أو المجرات تمسكها الجاذبية معا.

- Comer:

مذنب: جسم صغير غير منتظم يُصنع من جليد ماء قذر، عند اقتراب المذنب من الشمس يذوب جليده وينجر كخط فى الفضاء مشكلا ذيلا طويلا للمذنب

- Cosmic background radiation:

إشعاع الخلفية الكونى: إشعاع موجات ميكروية فى كل مكان من الكون ويمثل بقايا الإشعاع الذى ملأ الكون المبكر بعد الانفجار الكبير.

- Gravity:

الجاذبية، التثاقل: القوة التي تمسك معا كل شيء في الكون. حسب نظرية النسبية تظهر الجاذبية نفسها في انحناء في نسيج الزمكان يسببه وجود كتلة ما.

H

- Helium:

هيليوم: ثاني أكثر العناصر توافرا في الكون وهو أحد أول ثلاثة عناصر خلقت في الكون المبكر.

- *Hominid:

الإنسانيات (هومينيد): حيوان من عائلة هومينيدى hominidea التي تشمل الإنسان وأسلافه البائدة ذات الساقين.

- Hydogen:

الهيدروجين: أكثر العناصر توافرا في الكون وقد تخلق في الانفجار الكبير، وهو يوجد داخل النجوم والسدم. ٧٣ في المائة من كل المادة المرئية قد صنعت من الهيدروجين.

I

- Inflation:

التضخم: الفترة التي حدث أثناءها أن الكون المبكر جدا مر بعملية نما فيها نموا سريعا إلى حجم يقرب من حجم شمامة.

- * Intrinsic luminosity:

الضياء الأصيل: يقارن علماء الفلك بين الضياء الأصيل المعروف لنجوم معينة وضيائها الظاهري ويحسبون من ذلك مسافة البعد.

- *Ionization:

التأين: عملية يحدث فيها أن فوتونات نشطة بالطاقة تدفع الإلكترونات لخارج الذرات فتجعل الذرات بشحنة موجبة. الذرات الناتجة هكذا هي والإلكترونات الحرة تعرف بأنها أيونات.

G

- Galaxy:

مجرة: مجموعة ضخمة من النجوم تتماسك معا بفعل الجاذبية. المجرات إما لولبية، أو إهليجية، أو غير منتظمة.

-* Galaxy cluster:

حشد مجرات، مجموعة عنقودية للمجرات: مجموعة مجرات تتجمع معا في حشد كبير، وتتماسك معا بفعل الجاذبية.

- Gas giant:

عملاق غازي: نوع من الكواكب قد صنع أساسا من غازي الهيدروجين والهيليوم. تتضمن العمالقة الغازية المشتري، وزحل، ومعظم الكواكب التي عثر عليها حتى الآن حول نجوم أخرى غير الشمس.

-* Giant ellepticals:

الإهليلجيات العملاقة: نوع من المجرات هو أكبر المجرات العملاقة، ويحوي عددا من النجوم أكبر بعشرة أمثال من مجرتنا درب اللبانة، وهي فيما يحتمل قد تطورت بابتلاع المجرات الأصغر المجاورة.

- *Giant molecular clouds:

السحب الجزيئية العملاقة: أكبر السدم حجما، وقد يصل عرضها إلى مئات السنين الضوئية وتحوي مادة تكفي لتكوين ملايين النجوم.

- Globular cluster:

حشد كروي، مجموعة كروية: حشد له تقريبا شكل كروي يتكون من نجوم قديمة جدا تتماسك معا بفعل الجاذبية. تختلف ألوان النجوم داخل هذا الحشد حسب عمرها.

- Globule:

كرّية: سديم معتم يبدأ داخله تشكيل نجم وكأنه شرنقة نجم.

N

– Nebula:

سديم: سحابة غاز وغبار فى الفضاء، تتكون النجوم منها. السدم تتكوّن أيضا عند موت النجوم.

– * Neutron Star:

نجم نيوتروني: أحد نواتج موت النجوم عندما ينفد وقود الهيدروجين من فرنها النووى فى قلبها، ويتفجر النجم فى سوبرنوفا متوهجة، وقد يبقى بعدها قوى جاذبية شديدة فى القلب المتبقى تسحق ما فيه من إلكترونات وبروتونات وتبقى النيوترونات وحدها محتشدة معا فى نجم نيوترونى هو كرة فى حجم مدينة ولها جاذبية هائلة.

– * Nuclear fusion:

اندماج نووى: اندماج ذرات الهيدروجين فى قلب النجم لينتج هيليوم وطاقة هائلة تضىء النجم كما فى الشمس. القنبلة الهيدروجينية تعتمد أيضا على الاندماج النووى للهيدروجين.

– Nucleo Synthesis:

التركيب النووى: عملية تتخلق فيها عناصر أثقل من الليثيوم داخل النجوم كنتيجة لتفاعلات نووية.

O

– Organic molecule:

جزىء عضوى: جزىء يُصنع هيكله الأساسى من ذرات من الكربون، والأوكسجين، والهيدروجين.

P

– Photometry:

قياس الضوء: علم قياس كمية الضوء الذى يبعثه أحد الأجرام، ورصد التغيرات فى الضوء الخارج منه بمرور الوقت.

K

– Kuiper belt:

حزام كوبر: شريط من أجرام شبيهة بالشهب تدور حول الشمس وراء كوكب نبتون.

L

– * Light year:

سنة ضوئية: مقياس للمسافات الفلكية الشاسعة، وهى المسافة التى يجتازها الضوء فى الفراغ فى عام واحد، وتساوى تقريبا ٩,٥ مليون مليون من الكيلو مترات.

– Lithium:

ليثيوم: ثالث العناصر وفرة فى الكون، ويتخلق بكميات صغيرة مع الهيدروجين والهيليوم فى الانفجار الكبير.

– Local group:

المجموعة المحلية: حشد المجرات الذى تنتمى إليها مجرتنا درب اللبانة.

– Luminosity:

الضياء: كمية الإشعاع الذى يبثه فى كل ثانية نجم أو مجرة أو أى جرم فلكى آخر.

M

– Molecular cloud:

سحابة جزيئية: سديم قاتم مصنوع أساسا من غاز الهيدروجين حيث تقترن ذرات الهيدروجين المفردة فى أزواج لتصنع جزيئات هيدروجين.

– Molecule:

جزىء: مجموعة ذرات تتماسك معا بالتشارك فيما لديها من إلكترونات. وكمثل، فإن ثانى أكسيد الكربون على المستوى الذرى هو جزىء يتكون من ذرة كربون وذرتين من الأوكسجين.

Q

– Quark:

كوارك: أكثر جسيم أساسى للمادة مما توصل الفيزيائيون لمعرفته حتى الآن، والكوارك أصغر كثيرا من الذرة ويُعتقد أنه لا يقبل الانقسام بأى حال.

R

– Radiation:

الإشعاع: انبعاث موجات كهرومغناطيسية مثل موجات الضوء، أو الراديو، أو الحرارة، أو أشعة إكس، أو أشعة جاما، أو هو تيار من الجسيمات مثل الالكترونات أو النيوترونات، أو البروتونات، أو جسيمات ألفا. ينبعث الإشعاع من مصدر للطاقة لتنقل هذه الموجات أو الجسيمات خلال الفضاء أو خلال المادة.

– Red dwarf:

القزم الأحمر: نوع شائع جدًا من النجوم التى لها كتلة صغيرة ، وتصل تقريبا لنصف حجم الشمس وتكون أعتم منها بماله قدره.

– Red giant:

عملاق أحمر: نجم عملاق أكبر بمئات مرات كثيرة عن معظم النجوم. ستغدو الشمس عملاقا آخر عند موتها.

– Redshift:

إزاحة حمراء: إزاحة لطول موجة مصدر ضوء تجاه المنطقة الحمراء من الطيف، وتنتج عن تحرك الجرم مصدر الضوء بعيدا عن الراصد، وتحدث بسبب ظاهرة تسمى ظاهرة دوبلر.

– *Reflective nebula:

سديم انعكاس: سديم ينعكس عنه ضوء نجم قريب منه.

– Photon:

الفوتون: جسيم إشعاع من الطيف الكهرو – مغناطيسى. وكمثل، يمكننا اعتبار أن أشعة الضوء هى تيار من الفوتونات.

– Planet:

كوكب: أى جرم بحجم له قدره ويدور حول نجم، ولكنه ليس كويكبا أو مذنبا.

– Planetary nebula:

سديم كوكبى: نوع من سدم كثيرا ما تكون لاسمترية، وتتخلق عندما يحدث لنجم حجمه مثل الشمس أن يتفجر جوه بعيدا عند موته. السديم الكوكبى يتكون من غلاف غازى يحيط بالبقايا الميتة للنجم الأصلى التى تشكل ما يسمى القزم الأبيض.

– Plantesimals:

مصغرات الكواكب: جسم يشبه الكويكب يتكون بالالتحام فى شكل قرص يحيط بنجم صغير. يحدث مزيد من الالتحامات تحول مصغر الكوكب إلى كوكب.

– *Primodial soup:

الحساء الأولى: تقوم الجزيئات العضوية التى تسبق نشأة الحياة بتنظيم نفسها فى أشكال أكثر تركبا فى مياه المحيطات، وتسمى هذه المياه بأنها الحساء الأولى الذى تتطور فيه هذه الجزيئات لتنشأ عنها الحياة.

– Protoplanetary disc (Proplyd)

القرص الكوكبى البدائى (بروبليد): قرص يحيط بنجم صغير السن وسوف تتكوّن الكواكب ذات يوم فى هذا القرص، أو أنها قد تكونت فيه بالفعل عن طريق الالتحام، وتدور حول النجم المركزى.

– Protostar:

نجم أولى: جرم كبير بارد يتقلص بتأثير الجاذبية، وعندما يصبح منضغطاً بالقدر الكافى تبدأ فيه تفاعلات نووية تبعث طاقة فيسطع كنجم جديد.

T

– Terrestial Planet:

كوكب أرضى (شبه أرضى): كوكب يكون مصنوعا مثل الأرض من مواد صخرية ومعدنية، وليس من غازات.

V

– Vitual Particles:

جسيمات تقديرية: حسب ميكانيكا الكم هناك جسيمات لا يمكن الكشف عنها مباشرة، ولكنها قد ثبت وجودها بما لها بالفعل من تأثيرات قابلة للقياس.

*– Voids:

خواءات: الكون له قوام كالزبد حيث هناك حشود مجرات فائقة تشكل فيما بينها فقاقيع كالزبد، هى مساحات هائلة خاوية تسمى الخواءات.

W

– White dwarfs

أقزام بيضاء: القلب المدموج الميت لنجم مثل الشمس، وقد تخلف بعد أن طرح النجم جوه بعيدا فى سديم كوكبى.

– WIMP:

ويمبات: الويمب جسيم ثقيل متفاعل والويمبات جسيمات أساسية تصنع بعضا من المادة المظلمة فى الكون.

– Wormhole:

ثقب دودى: جسر بين موضعين فى الكون نفسه أو فى كونين مختلفين. السفر خلال الثقب الدودى أمر محتمل، ينفتح معه إمكان السفر فى الزمان أوالسفر بسرعة تفوق سرعة الضوء.

S

– Singularity:

مفردة: منطقة فى الزمكان ليس لها حجم فيزيقى، ولكن لها كثافة لا نهائية. الانفجار الكبير تكوّن من مفردة.

– Spacetime:

الزمكان، المكان – الزمان: حسب نظرية النسبية لا يكون المكان والزمان كيانين مختلفين، ولكنهما جزءان من شيء واحد متصل يسمى الزمكان.

– Spectral lines.

خطوط الطيف: خطوط رأسية قاتمة أو لامعة توجد فى الطيف بسبب امتصاص أو انبعاث الضوء عند موجات بطول معيّن:

– Spectroscopy:

دراسة الطيف: دراسة طيف الضوء الآتى من أجرام فلكية أو غيرها.

– Spectrum:

الطيف: شريط بألوان تشبه قوس قزح نحصل عليه عند تمرير ضوء من أحد الأجرام خلال منشور أو شبكة دقيقة.

– Star:

نجم: أى جرم يسطع بواسطة ما يحصل عليه من طاقة من تفاعلات نووية فى قلبه. الشمس مثل لذلك.

– *Subatomic particles:

الجسيمات تحت الذرية: الجسيمات الأصغر من الذرة والتى تشكلها، مثل الإلكترون والبروتون والنيوترون والكوارك.

– Supercluster:

حشد فائق: تجمع لحشود من المجرات. هذا الحشد هو أكبر ما يعرف فى الكون من الأجرام المرتبطة معا جذبويا.

– Supernova:

السوبرنوفا، المتوهج: حدث ناصع لدرجة قصوى يكون علامة على انفجار نجم كبير عند نهاية حياته.

معجم عربى إنجليزى (*)

(أ)

- إزاحة حمراء: – Redshifr.
- إزاحة زرقاء – Blueshifr
- إشعاع: – Radiation.
- إشعاع الخلفية الكونى: – Cosmic background radiation
- التحام: – Accretion.
- الكترون: – Electron.
- اندماج نووى: – Nuclear fusion
- انسانيات: – Hominids.
- انفجار كبير: – Big bang
- اهليجيات عملاقة (مجرات): – Giant ellepticals.

(ت)

- تأين: – Ionization.
- تركيب نووى: – Nucleosynthesis.
- تضخم: – Inflation

(ث)

- ثقب أسود – Balck hole
- ثقب دودى – Wormhole

(ج)

- جاذبية (تثاقل): – Gravity
- جزىء: – Molecule
- جزىء عضوى: – Organic molecule
- جسيم تحت ذرى: – Subatomic particle
- جسيم تقديرى: – Virtual particle

(ح)

- حزام كوبر: – Kuiper belt
- حزام كويكبات: – Asteroid belt
- حساء أولى: – Primordial soup
- حشد (تجمع عنقودى) – Cluster
- حشد كروى: – Globular cluster
- حشد فائق: – Supercluster
- حشد مجرات: – Galaxy cluster

(خ)

- خطوط الطيف: – Spectral lines
- خواءات: – Voids

(د)

- دراسة الطيف: – Spectroscopy
- دنا: – DNA

(ذ)

- ذرة – Atom

(ز)

- زمكان (مكان – زمان): – Spacetime

(س)

- سحابة جزيئية: – Molecular cloud
- سحابة جزيئية عملاقة: – Giant molecular cloud

(*) ترد هنا ترجمة الكلمة أو المصطلح بدون شرح حيث أن الشروح مذكورة فى المعجم الإنجليزى العربى. (المترجم)

- سديم: - Nebula
- سديم انبعاث: - Emission nebula
- سديم انعكاس: - Reflective nebula
- سديم كوكبى - Planetary nebula
- سنة ضوئية: - Light year
- سوبرنوفا (متوهج) - Supernova

(ص)

- صفر مطلق: - Absolute zero

(ض)

- ضياء: - Luminosity
- ضياء أصيل: Intrinsic luminosity

(ط)

- طاقة مظلمة - Dark energy
- طيف: - Spectrum
- طيف كهرومغناطيسى: - Electromagnetic spectrum

(ظ)

- ظاهرة دوبلر: - Doppler effect

(ع)

- عملاق أحمر: - Red Giant
- عملاق أزرق: - Blue giant
- عملاق غازى: - Gas giant

(ف)

- فوتون: - Photon.

(ق)

- قرص كوكبى بدائى (بروبليد)
- Protoplanerary disc (Proplyd)
- قزم أبيض: - White dwarf
- قزم أحمر: - Red dwarf
- قياس الضوء (علم): - Photometry

(ك)

- كربون: - Carbon
- كرية: - Globule
- كوارك: - Quark
- كوكب: - Planet
- كوكب أرضى (يشبه الأرض): - Terrestial planet
- كون طفل: - Baby universe
- كويكب: - Asteroid

(ل)

- ليثيوم: - Lithum

(م)

- مادة مضادة: - Antimatter
- مادة مظلمة: - Dark matter
- المبدأ الإنسانى: - Anthropic principle
- متغيرات قيفاوية: - Cepheid variables
- مجرة: - Galaxy
- مجموعة محلية: - Local group
- مذنب: - Comet
- مصغر كوكب: - Plantesimal
- مفردة: - Singularity

(ن)

– نجم:	– Star
– نجم أولى:	– Protostar
– نجم نيوتروني:	– Neutron star
– نجوم ثنائية:	– Binary stars
– نصوع، لمعان:	– Brightness

(هـ)

– هيليوم:	– Helium
– هيدروجين:	– Hydrogen

(و)

– ويمبات:	– WIMPs

